В. Н. Лавренчук



Проблемы генезиса бокситов (1930 – 2000 годы)

г. Каменск-Уральский – 2005

В. Н. Лавренчук

Проблемы генезиса бокситов (1930 – 2000 годы)

г. Каменск-Уральский-2005

УДК 553.492.1.06
ББК 26.34 + 26.30 + 24.123
Л 13

Книга издана в авторской редакции - 101 с.

Проблемы генезиса бокситов – основного сырья для производства алюминия – на протяжении многих лет обсуждаются в геологической литературе. С позиций геохимии алюминия, железа, титана и кремния в поверхностых условиях земной коры (по работам отечественных специалистов за 1930-2000 годы) показана научная значимость латеритной и латеритно-осадочной гипотез. Одновременно анализируются многочисленные ошибки сторонников переноса компонентов бокситов в истинно-коллоидальных растворах (хемогенная гипотеза). Детально рассмотрены работы С.Ф. Малявкина, Е.П. Молдаванцева, А.К. Гладковского, А.Д. Архангельского, Г.И. Бушинского, А.И. Кривцова, К.К. Зеленова. В вопросах минералообразования автор выражает своё несогласие с возможностью распада каолинита на составляющие и кристаллизацией на его основе гидроксидов алюминия. Из основных компонентов бокситов наибольшее внимание уделяется поведению титана. У входа в Геологический институт РАН (г. Москва) предлагается соорудить памятник выдающемуся учёному, практику, организатору науки и производства С.Ф. Малявкину с надписью: «Борцу против невежества и угодничества в науке».

Книга представляет интерес для широкого круга специалистов, занятых изучением осадочных полезных ископаемых, их поисками и переработкой.

На обложке: боксит СУБРа в виде шара.

ISBN 5-89325-064-8

СОДЕРЖАНИЕ

ВМЕСТО ПРЕДИСЛОВИЯ

70 лет — большой срок в истории развития науки, а тем более — в жизни человека. Пора подводить итоги. Около полувека отдано поисково-разведочным работам на бокситы, изучению их минералогии и геохимии. Первым моим учителем был Андрей Карпович Гладковский. С огромным интересом мы, студенты геологического факультета Уральского госуниверситета им. А.М. Горького, слушали его лекции по курсу «Рудные месторождения». А дальше была преддипломная практика в 1956 году на Тихвинском месторождении бокситов. Рецензировал дипломную работу Николай Акимович Каржавин, старейший бокситчик Урала, лауреат Сталинской премии. Эту высокую премию, переименованную позже в Государственную, он заслуженно получил за разведку бокситов СУБРа. Слушать его рассказы о поисковых работах в начале 30-х годов XX-го века было весьма поучительно. В свою очередь А.К. Гладковский и А.К. Шарова, также активные участники поисковых работ на бокситы раннего этапа, делились с нами большим практическим опытом и теоретическими знаниями. За год до нашего поступления на учёбу в университет вышла их замечательная книга «Бокситы Урала» (Госгеолиздат, М., 1951, 246 с.). Долгое время она была закрытой в советское время, как и сотни других работ по геологии, в том числе — иностранных авторов. В своих лекциях А.К. Гладковский много внимания уделял нашей научной подготовке, умению обобщать опыт разведочных и эксплуатационных работ, сверять теорию с практикой. В книге «Бокситы Урала» авторы пишут, что начиная с 1930-го года они занимались не только поисково-разведочными работами и геологической съёмкой, но также изучением вещественного состава руд, бокситовых фаций и многих других вопросов.

С лекций А.К. Гладковского и началось моё увлечение бокситами. В 1960-м году, оставив аспирантуру, я уехал на свою родину — в Караганду, где самостоятельно пришёл к геохимии редких элементов в бокситах. В 1970-м году защитил в ИМГРЭ (г. Москва) кандидатскую диссертацию по галлию и через пять лет вернулся на Урал. В 2004-м году

с моим участием вышла монография «Скандий в бокситах и глинах» (г. Каменск-Уральский, 290 с.).

Далеко не всё в моей жизни, производственной и научной практике было гладким. Писать о плохом не хочется. Хотя и сейчас в пенсионном возрасте по ночам снятся те «мерзавцы»-коммунисты, которых В.И. Ленин требовал вешать. Не об этом сейчас речь. Со студенческих лет меня увлекли споры о генезисе бокситов. Считалось, что от правильного подхода к генезису как раз и зависит направление поисково-разведочных работ в том или ином районе. Именно вопросы генезиса в геохимическом преломлении и рассматриваются в настоящей книге на примерах из отечественной литературы.

За годы учёбы и работы было много встреч с ведущими специалистами отрасли. Одни из них стали друзьями, других хотелось бы вычеркнуть из памяти как филёров КГБ. Мои близкие просили не называть фамилии, что я и делаю, скрепя сердце. Ярмо КГБ было надето на каждого специалиста, а партийные руководители предприятий, порой совершенно безграмотные, выступали в роли надзирателей, а часто и провокаторов. Вспоминаю, как один из сотрудников органов кричал на меня:

- Вы что, хотите вторым Сахаровым стать?! Хватит с нас одного! На Нобелевскую премию рассчитываете?

- Я хочу быть самим собой. Заработать высокую премию ума не хватит.

- Ума хватит, но мы не позволим!

Где сейчас этот крикуша в погонах — не знаю, да и знать не хочу. Возможно, сидит в чине генерала на высокой пенсии, за «выдающиеся» заслуги по развалу Отечества и издевательства над «подопечными».

Понимаю, что далеко не все читающие будут согласны с моим подходом к вопросам генезиса, к тем авторам, которые отстаивали ту или иную точку зрения. Но такова судьба всех научных работ. Я не хотел никого обидеть, тем более — кому-то угодить. Старался «быть искренним, но не беспристрастным» (слова Гёте). Зарубежных авторов не затрагиваю. Обзоры их представлений, начиная с XIX-го века (Бертье, 1821; Либрих, 1892 и др.), неоднократно публиковались в советской литературе.

За помощь в издании книги сердечно благодарю Владимира Петровича Скворцова, а также двух замечательных женщин — Римму Михайловну Королёву и Светлану Фёдоровну Ларину.

*Геологам-бокситчикам
старшего поколения
посвящается*

I. С.Ф. Малявкин и Е.П. Молдаванцев против А.Д. Архангельского

В 1937-м году в Трудах конференции при АН СССР были опубликованы две крайние точки зрения о происхождении бокситов. В одной, она принадлежит профессору С.Ф. Малявкину, утверждается, что только «тщательное изучение условий залегания как самих аллитов, так и вмещающего их комплекса, является единственным способом подхода к выяснению их генезиса». Высказано также мудрое предупреждение об опасности перенесения лабораторных данных на природные условия без учёта многих геохимических факторов (среды накопления аллитов и химической специфики основных элементов, продолжительности формирования их и др.). Подчеркнута главенствующая роль коллоидных реакций в зоне гипергенеза при обычном давлении и низких температурах, а также необходимость самым тщательным образом изучать индивидуальные особенности того или другого месторождения. Не приходится скрывать, писал он, что геологи часто не знают геохимии, а геохимики далеки от понимания геологических факторов в процессе минералообразования. Прошло много лет, как были написаны эти слова, а разрыв в истолковании тех или иных фактов между специалистами углубился. В качестве примера можно сослаться на вулканогенную гипотезу образования бокситов К.К. Зеленова (1972) или гипотезу О.Н. Огородникова и А.К. Гладковского (1975) о том, что уральские геосинклинальные месторождения по происхождению вещества — эндогенные, а по способу отложения — осадочные гидротермально-метасоматические.

Только латеритное выветривание различных алюмосиликатов (полевые шпаты, слюды и др.) может обеспечить, по С. Ф. Малявкину, значительное развитие минералов свободного глинозёма. «Если и мыслимы другие способы образования гидратов свободного глинозёма, то таковые по всей совокупности физико-географических и химических условий играют только строго локальную роль, а в дальнейшем не могут создать сколько-нибудь мощных накоплений».

Замечу попутно, что возможность распада каолинита на составляющие компоненты – SiO_2 и Al_2O_3 – не доказана и сейчас.

Осадочные месторождения бокситов образуются за счёт переноса и накопления латеритного материала в определённых понижениях. Так как алюминий обладает ничтожной подвижностью, то необходимы исключительно благоприятные условия для перемещения его даже на небольшое расстояние в виде коллоидных и, тем более, молекулярных растворов, например, в присутствии гумуса. Совершенно иная возможность открывается в случае переноса частиц «в виде суспензий, которые могут быть и чисто коллоидальными суспензиями».

По данным химиков (Фридрихсберг, 1984), дисперсные (гетерогенные) системы по диаметру частиц разделяются на грубодисперсные (больше 10^{-4}см – суспензии, эмульсии), промежуточные (10^{-4} – 10^{-5}см – тонкие взвеси) и высокодисперсные (10^{-5} – 10^{-7}см – собственно коллоиды). С размерностью частиц меньше 10^{-7} идут молекулярные или истинные растворы. Получается, по С.Ф. Малявкину, что минимальный размер латеритных частиц (дисперсная фаза) опускается до 10^{-7}см, т. е. до нижней границы коллоидной области. Пределом диспергирования минералов при выветривании можно считать, очевидно, размеры кристаллической решётки. Параметры триклинной ячейки каолинита, например, равны (в Å): *a* – 5,15; *b* – 8,95 и *c* – 7,39; для каолинита, неупорядоченного по оси b, близкие данные: *a* – 5,157; *b* – 8,933 и *c* – 7,394. Этот же тип неупорядоченности, указывает Г.В. Бриндли (1965), характерен для многих глинистых минералов. В шамозитах ортогональная форма в большинстве случаев преобладает над моноклинной; для железистой (Fe^{2+}) разновидности этого минерала a=5,41 и b=9,38 Å; для железной формы (Fe^{3+}) соответственно 5,25 и 9,10 Å. По величине d(001), равной 7,11 и 7,06 Å, можно отличить одну форму от другой, чем мы и пользовались при изучении шамозитов из бокситов СУБРа. Сжатие решётки Г.В. Бриндли объясняет заменой иона Fe^{2+} (0,83 Å) на Fe^{3+} (0,67 Å).

Для перехода к гиббситу, минералу свободного глинозёма, должен произойти разрыв кристаллохимической связи между Al и Si в остове первичных минералов, из которых вынесены щёлочи, щелочные земли и другие элементы. Такой разрыв знаменует окончательное химическое изменение Al-Si – минерала и происходит на ионном уровне. Переход кремния в раствор (в виде H_4SiO_4 или H_2SiO_3) и удаление его за пределы зоны латеритного выветривания позволяет ионам алюминия в виде $AlOH^{2+}$, $Al(OH)_2^+$ или $Al(OH)_4^-$ (в зависимости от pH среды) перейти в $Al(OH)_3$ и осадиться. Образование такого гидроксида происходит в интервале pH~5,0-11,0 с максимумом при pH 6,5-9,0.

Гиббсит относится к моноклинной сингонии; параметры решетки его (в Å): *a* = 8,641; *b* = 5,070 и *c* = 9,720. В минерале нет воды. Он содержит лишь гидроксильные группы. Кристаллическая структура его слоистая. Разрыв связи Al-Si в продуктах латеритного выветривания происходит, очевидно, раньше, чем успеет сформироваться кристаллическая решетка каолинита. В случае одновременного поступления в раствор алюминия и кремния происходил бы синтез новых минералов. Образование новых минералов из элементов, находящихся в растворе, не исключается в местах осадконакопления (озёрно-болотных впадинах на суше и мелководных морских бассейнах) – карбонаты, сульфиды, железистый шамозит и др.

В разрезе латеритного профиля под влиянием гумусовых кислот происходит значительное перемещение алюминия и железа. Свидетелями этого являются многослойные бобовины, гиббситовый цемент, близкий к мономинеральному, железистая корка (кираса), образование корунда. Средняя мощность кирасы около 3-5 м, максимальная – 10-15 м. За счёт миграции железа в верхние горизонты зона литомаржа, как правило, осветляется.

Большую роль отводил С.Ф. Малявкин механическому переводу горных пород в тонкодисперсное состояние и участию в образовании новых минералов коллоидных растворов. Первое положение не вызывает сомнений: с возрастанием тонины материала возрастает и его растворимость. Остановлюсь подробнее на современных представлениях о коллоидных растворах-золях, точнее – гидрозолях, так как дисперсной средой при выветривании является вода. Именно диссоциация её на ионы H^+ и OH^- является главным фактором в преобразовании минералов. Роль органических кислот несомненна, но уступает по значимости воде, особенно – в условиях переменной влажности и повышенных среднегодовых температурах (+20-25°C).

И алюминий и железо на пути формирования своих минералов проходят стадию положительно заряженных коллоидов. Формулу коллоида алюминия можно представить в таком виде (для коллоида Fe^{3+} она будет похожей): $\{m/Al(OH)_3/ \cdot n/Al(OH)_2^+/ \cdot (n\text{-}x)OH^- \}\ xOH^-$.

ядро мицеллы

Агрегат из нескольких ионных пар $Al(OH)_3$ сорбирует некоторое число положительно заряженных ионов алюминия, одновременно сорбируются противоионы $(OH)^-$. На поверхности образовавшейся частицы, в свою очередь, с менее прочной связью сорбируются диффузно распределённые ионы OH^-. По мнению химиков, этим заканчивается образование мицеллы. Присутствие двух групп противоионов оправдывается тем, что «внутренние» - $(n\text{-}x)OH^-$ более прочно связаны с ядром мицеллы, чем «наружные» - xOH^-. В состав мицеллы, в нашем случае, включается и вода как дисперсионная среда. В итоге получается гидрофильный коллоид. Термодинамическую

устойчивость лиофильных коллоидов Л.И. Мартыненко и В.И. Спицын (1986) объясняют следующим образом. Величина свободной энергии системы при диспергировании уменьшается. Равномерное распределение дисперсной фазы по всей системе ведет к росту энтропийного фактора и «это уменьшает свободную энергию системы, увеличивая ее термодинамическую стабильность:$\triangle G=\triangle H-T\triangle S<O$». В случае лиофобных коллоидов знак свободной энергии определяет не энтропийный, а энтальпийный фактор – очень велики энергетические затраты на диспергирование лиофобного коллоида:$\triangle G=\triangle H-T\triangle S>O$. Рост энтропийного фактора не компенсирует энергетических затрат на диспергирование: $\triangle G>O$ и «система с лиофобными коллоидами термодинамически нестабильна».

В латеритной коре, представленной соединениями различных элементов (Al, Fe, Ti, Si и др.), стабильность коллоидных систем не может быть продолжительной. Частицы укрупняются (коагулируют), выпадают в осадок и в разной степени дегидратируются. Происходит формирование кристаллических минералов.

Рыхлая пространственная сетка из частиц дисперсной фазы удерживает воду в своих ячейках. Ионы алюминия из коллоидной частицы присоединяют недостающие ионы OH^-, формируется структура гиббсита и укрупняется матрица. Так как процесс сорбирования повторяется неоднократно, то ионы алюминия выбывают из раствора, а частицы гиббсита растут.

При совместном осаждении гидроксидов железа и алюминия из растворов может образоваться алюмогетит коллоидной размерности. Под этим названием я понимаю гётит α-FeOOH, который блокирует изоструктурный с ним диаспор α-AlOOH. Лепидокрокит γ-FeOOH изоструктурен с бемитом γ-AlOOH и, в свою очередь, может блокировать последний. Ввиду тонкой смеси гидроксидов алюминий не выщелачивается при т-ре до 235°С. При более высокой т-ре его можно перевести в крепкий щелочной раствор. Подобный переход подтверждает самостоятельность минералов железа и алюминия, а не изоморфизм $Al^{3+} \rightarrow Fe^{3+}$ в смешанном гидроксиде. Если такую виртуальную смесь разлагать, то железо окажется в растворе и попадет в товарный глинозём. По аналогичному типу происходит, вероятно, и образование алюмогематита: Fe_2O_3 и Al_2O_3 изоструктурны. Ионы железа быстрее формируют кристаллические решётки гётита, лепидокрокита, гематита и, тем самым, «вынуждают» заблокированные ионы алюминия формировать аналогичные решётки. Имеются указания, что гётит переходит в гематит без полного разрушения первоначальной упаковки атомов при т-ре около 400°С. Однако т-ра перехода снижается до 250°С, если в гетите есть примеси (Ca, Mg, Al, Si и др.). Больше того, в щелочных растворах при низком давлении она может быть на 80-90°С ниже.

Возникающие кристаллы гематита настолько малы, пишет Х.П. Руксби (1965), что даже при 300°С отдельные линии на рентгенограммах заметно расширены. При 700°С средний размер кристаллов достигает 0,5 микрона, при 900°С и выше образуются кристаллы размером в несколько микрон.

В гиббситовых бокситах из месторождений Северного Казахстана присутствует также бёмит. Возможно, что он формируется под влиянием лепидокрокита, который позже переходит в гематит или маггемит. По справочнику «Минералы» (т. 2, вып. 3, 1967), лепидокрокит при медленном обезвоживании в течение нескольких дней (т-ра 95°С) переходит в α-Fe_2O_3, при быстром – в γ-Fe_2O_3 (маггемит). Без «помощи» лепидокрокита образование маггемита относят к т-рам 170-400°С в отсутствии воды и при давлении, близком к атмосферному (по работам разных авторов 1957-1961 годов).

В одних бокситах из месторождений Казахстана нам часто встречался маггемит, наряду с гиббситом и гематитом, в других, как сказано выше, присутствуют гиббсит, гематит и бёмит. Если не учитывать последний, то он может теряться при выщелачивании в заводских условиях. Разнообразные минералы окисного железа, в зависимости от обстановки, влияют, вероятно, и на кристаллизацию минералов свободного глинозёма – бёмита и диаспора.

Тонкозернистый гётит, обволакивающий глинистые частицы, пишет Х.П. Руксби, «совсем нельзя выделить механическими методами. Его связь с глинистыми частицами настолько тесна, что очистка глины может быть осуществлена лишь химическими методами». Чем плотнее гидроксиды железа будут обволакивать гидроксиды алюминия, тем труднее будет происходить разделение их при выщелачивании.

Возвращаясь к гиббситу, заметим, что в своём развитии он проходит стадии истинного раствора, коллоидного и, наконец, стадию формирования крупных частиц (больше 10^{-5} см).

В отличие от кремнезёма, который может долго удерживаться в составе истинных растворов, алюминий быстро стабилизируется в форме своего гидроксида, хотя это происходит позже стабилизации гидроксидов железа с многочисленными вариантами их дегидратации, вплоть до гематита. Один из вариантов – полимеризация $Fe(OH)_3$ вследствие оляции с образованием коллоидных частиц гётита – n(α-FeOOH).

При разрушении латеритного профиля «часть глинозёма, - подчеркивал С.Ф. Малявкин, - будет находиться в растворённом состоянии, однако суспензия будет несомненно превалировать». И это положение профессора и его указание на то, что латеритный материал «избежит» разубоживания лишь в случае отложения его в «застойных водах и при малом участии электролитов» - блестяще

подтвердилось. Было сделано также уточнение, что «этим условиям легче всего отвечают озёрные и частью лагунные водоёмы». В них формируются осадочные месторождения бокситов. Из приведённых слов ясно, что лагуны как морские водоёмы не исключались из мест осадконакопления, но им отводилась меньшая роль, чем всякого рода понижениям на суше. Лагуна — это неглубокий естественный водоём, не потерявший связь с морем, но защищённый от его активного воздействия. Такая связь может обеспечиваться узким проливом или подводным баром — грядой наносов в прибрежной полосе морского дна. Обилие своеобразной морской фауны в бокситах СУБРа убеждает в том, что формирование месторождений в этом районе как раз и происходило в лагунных условиях. Это положение оспаривается Г.И. Бушинским и примкнувшим к нему Е.С. Гуткиным. Оба автора разделяют одну из разновидностей гипотезы terra rossa: алюмосиликатный материал поступал в карстовые воронки на суше, где и выветривался до минералов свободного глинозёма. Как и 100 лет назад, так и сейчас эта версия не имеет фактического подтверждения. Если в районе СУБРа лагуна была защищена грядой подводных наносов, то в отдельных местах вода открытого моря могла перекатываться через них: поддерживались солевой режим лагуны и обитающие в ней морские организмы. К началу развития пестроцветных бокситов кровли море поглотило лагуну, окислительный режим сменился восстановительным, основными минералами железа стали пирит и шамозит.

Совершенно правильно отрицал С.Ф. Малявкин возможность образования бокситов среди нормальных морских отложений. Нельзя проводить параллель, писал он, между отложениями бобовых железных руд и аллитов (бокситов), хотя бы и сильно обогащённых железом. По сравнению с алюминием железо является активным мигрантом, «может давать молекулярно растворимые соединения с углекислотой», а также образовывать силикаты железа, благодаря химическим реакциям. Параллельного или совместного образования гидроксидов железа и алюминия «выпадением из химических растворов нигде до сего времени не было наблюдено».

А.Д. Архангельский, в отличие от С.Ф. Малявкина, считал, что продукты латеритного выветривания перемещаются, в основном, в виде молекулярных растворов. «Не только не отрицая этого фактора, но и подчёркивая его роль в деле образования обогащённых зон, я всё же продолжаю считать, что перенос совершается, главным образом, в виде суспензий, но не растворов». Так писал С.Ф. Малявкин, и просто удивительно, что больше 30 лет эти здравые мысли опровергались. Взгляды А.Д. Архангельского энергично защищал Г.И. Бушинский.

Тихвинские месторождения бокситов, утверждал С. Ф. Малявкин, образовались «путём переноса разрушенных продуктов латеритного выветривания в виде суспензий..., сопровождаемого также и настоящими химическими реакциями». В соответствующих понижениях продукты твёрдой фазы и растворов осаждались, образуя пласты бокситов. Со ссылкой на работы И.В. Пуаре были отмечены в переотложенных аллитах и сиаллитах «минеральные примеси» частью акцессорного типа». Прошло много лет, прежде чем на акцессорные примеси (минералы титана, циркония, ниобия и др. элементов) обратил внимание академик А.П. Виноградов и призвал исследователей отказаться от хемогенной гипотезы образования бокситов.

И в отношении палеозойских месторождений Урала С.Ф. Малявкин пришёл к выводу, что их образование связано с накоплением переотложенного латеритного материала. «Я полагаю, - писал он, - что основной их материал был принесён в виде суспензий в соответствующие водоёмы, которые ни в коем случае не могли быть морскими, скорее это были опреснённые лагуны, с чем связано и появление перекрывающих бокситы глин». Из этих слов ясно, что отвергается накопление бокситового материала среди открытого моря, а не в прибрежных мелководных участках, в той или иной мере защищённых от прямого воздействия волн. Можно вспомнить и Е.П. Молдаванцева, который предполагал, что в начале шло образование бокситов в режиме мелководного моря, а затем — в лагунах с замкнутыми водоёмами.

Правильно смотрел С.Ф. Малявкин и на протопороды для образования уральских палеозойских бокситов. По А.Д. Архангельскому, продукты латеритного выветривания в виде молекулярных растворов солей алюминия переносились на громадное расстояние — от северо-восточного Казахстана до Северного Урала. Латеритное выветривание, по С.Ф. Малявкину, могло развиваться на изверженных и метаморфических породах Северного Урала вблизи будущих осадочных месторождений бокситов девонского возраста. И мезозойские бокситы Среднего Урала (Соколовское и др.), по этому автору, также являются переотложенными латеритными продуктами. Н.И. Архангельский (старейший геолог-практик, ровесник Н.А. Каржавина) разделял другую точку зрения: карстовые воронки (в Алапаевском районе) сначала заполнялись продуктами разрушения кристаллических пород, а затем в этих депрессиях претерпевали латеритизацию. Выше упоминалось, что эта гипотеза много позже была перенесена Г.И. Бушинским на бокситы СУБРа. Совершенно справедливо замечание С.Ф. Малявкина и для наших дней: «Явно натянутые объяснения, не имеющие под собой ни одного фактического наблюдения, хотя бы в виде сохранения структурных и текстурных особенностей материнских пород».

В заключение статьи С.Ф. Малявкин подтверждает, что и палеозойские и мезозойские бокситы образовались в результате переноса и отложения латеритного материала: «Я не отрицаю известного влияния химических и коллоидных реакций в образовании осадков, но превалирующая роль мной приписывается всё же механическому переносу материала в таком тонкодисперсном состоянии, когда различия между коллоидальными и чисто физическими процессами делаются трудно уловимыми при существующем состоянии наших знаний».

Ссылки А.Д. Архангельского на ошибочные теоретические положения А.Е. Ферсмана о высокой миграционной способности алюминия и титана в поверхностных условиях земной коры неоднократно приводились в литературе и нет надобности их повторять. Тем не менее, стоит привести несколько категорических высказываний академика по работе 1937 года.

1. Отрицается образование осадочных месторождений бокситов «за счёт механического разрушения и переотложения первичных элювиальных бокситов». В уральских бокситах автор увидел только «химические осадки, выпавшие из истинных или коллоидальных растворов на дне озёрных или морских бассейнов». Мысль далеко не новая, что отмечает сам учёный и ссылается на работы иностранных авторов 1893-1922 годов, т. е., по существу, на время начального периода изучения бокситов. Делается попытка её обоснования с одновременной критикой гипотезы «так называемого латеритного выветривания» (удивительно пренебрежительное замечание).

2. Открытия новых месторождений, сделанные советскими геологами (до 1936 года) в разных районах СССР, доказали, по А.Д. Архангельскому, правильность его хемогенной гипотезы и перевели её в разряд научной теории. Здесь практические достижения были ошибочно привязаны к ошибочной гипотезе, хотя отдельные положения её использовались при поисковых работах. В настоящее время осталось очень мало специалистов, которые разделяют хемогенную «гипотезу-теорию» образования бокситов.

3. Для обоснования хемогенной гипотезы надо было решить вопрос о степени подвижности алюминия, железа и титана при выветривании горных пород. Уже в то время большинство исследователей считало, что указанные элементы обладают очень малой подвижностью и могут перемещаться в виде растворов лишь на очень небольшое расстояние, после чего вновь выпадают в виде гелей. А.Д. Архангельский отдавал предпочтение коллоидальным растворам, обходя суспензии и грубодисперсные частицы. К латеритному выветриванию относился неуважительно, хотя геологи и минералоги, изучавшие продукты зоны гипергенеза, склонялись к мысли, что именно в процессе такого выветривания под влиянием физико-химических

и биохимических факторов изменения алюмосиликатных пород образуются свободные гидраты полуторных окислов (правильнее – гидроксиды) и окиси титана.

A priori академика сыграло роль шлагбаума для продвижения правильных представлений, одновременно породило массу аплодирующих клакеров. К сожалению, дурная традиция считать мнение вышестоящих лиц всегда правильным, не подлежащим критике, сохраняется и в наши дни, а «глас народа» - не больше, чем заунывная песня бурлаков. Идолопоклонство в науке, как и в политике (царям, генсекам, президентам), одинаково вредно и нетерпимо.

4. А.Д. Архангельский связывал генезис бокситов с переносом на значительное расстояние соединений алюминия, железа, титана в виде истинных и коллоидальных растворов (суспензии и грубодисперсные смеси не замечались). Такие растворы поставляло выветривание алюмосиликатных пород (надо понимать обычное, а не латеритное). Попадая с водою источников и потоков в те или иные водоёмы (озёра, болота, моря), рудоносные растворы разгружались «в виде химических или биохимических осадков».

Позволю себе не комментировать этот пункт, так как всё приведённое неоднократно было опровергнуто. Тезис С.Ф. Малявкина о переносе соединений алюминия лишь на очень короткое расстояние был исключён из рассуждений. Вместо него взяты за основу слова А.Е. Ферсмана о высокой подвижности алюминия в зоне гипергенеза.

5. Изучив ограниченные сведения о палеозойских бокситах и диаспор-шамозитовых рудопроявлениях Урала (к середине 30-х годов), А.Д. Архангельский пришёл к заключению, «что они ни в какой мере не могут быть рассматриваемы как непосредственные продукты субаэрального латеритного выветривания». Если под этой фразой понимать продукты латеритного выветривания in situ, то всё правильно. Но ведь такого заключения никто не делал. И красные бокситы с низким содержанием SiO_2, и диаспор-шамозитовые руды, где много SiO_2, и оолитовые железные руды Пашийского района с очень низким содержанием Al_2O_3 (3-5%) – суть механически переотложенные продукты латеритного выветривания с долевым участием растворов при формировании указанной триады. С.Ф. Малявкин ведь предупреждал, что нельзя ставить в один генетический ряд осадочные бокситы и похожие на них гематитовые руды. Последние обязаны своим происхождением истинным и коллоидным растворам.

Замечание А.Д. Архангельского о том, что порой трудно указать на связь бокситовых месторождений с материнскими породами, справедливо. Однако это не значит, что протопороды надо искать за сотни километров от месторождений. Эрозионные процессы ведут к нивелировке рельефа, - уничтожают то, что лежит выше, и хоронят

то, что лежит ниже определённого уровня. В первую очередь «страдают» от эрозии возвышенные участки с рыхлыми продуктами на них.

6. Для обоснования хемогенной гипотезы использовались все литературные сведения, в том числе — весьма сомнительные. Так, Ф. Тучан (1912) предполагает, что карбонаты натрия и аммония, образующиеся при разложении белка, «осаждают из солей алюминия, которые постоянно имеются в морской воде, гель-гидрат глинозёма». Такой гель, названный спорогелитом (оптически изотропное вещество, близкое по составу к $Al_2O_3 \cdot H_2O$?), «образуется одновременно с известняком». Для нас, пишет А.Д. Архангельский, представляет интерес утверждение Ф. Тучана, что «минеральные частицы, слагающие боксит, образовались в море и представляют первичные морские минералы. Таким образом, согласно представлению Тучана, вещество бокситов, приуроченных к известнякам, представляет нормальный морской химический осадок. Процессы выветривания и растворения обуславливают лишь концентрацию этого распылённого первоначально в толще известняков вещества. Если это так, то, очевидно, вполне возможно представить условия, при которых «спорогелит» будет накапливаться и непосредственно на морском дне и в виде самостоятельных залежей».

В приведённых словах — одни предположения. Возникает встречный вопрос — а если Ф. Тучан заблуждается? Это действительно ошибка, поэтому исчезает и соломинка хемогенной гипотезы — выпадение минералов свободного глинозёма из морской воды. Академик А.П. Виноградов (1967) пишет: имеется ли действительно растворённый в морской воде Al^{3+} «и каково его количество, недостаточно ясно... Можно полагать, что истинно растворённого Al^{3+} в морской и океанической воде заметно меньше $n \cdot 10^{-7}\%$». Добавлю ещё сведения из книги этого автора: в воде открытого океана количество взвешенного алюминия колеблется от 10 до 40 мкг/л. Попытка Саккетта и Аррениуса (1962) тщательно разделить (при фильтре 0,45 мк) растворённый алюминий и находящийся в тонкой фракции (алюмосиликатный) привела их к выводу, что «растворённого Al в океанической воде не больше 1 мг/л». О возможности образования гидроксидов алюминия из морской воды не может быть речи, тем более, что кремния в ней (главным образом, в аморфной и растворённой формах) значительно больше: 3-4 мг/л. По Е.Д. Голдбергу (1963), содержание алюминия, кремния и титана в морской воде равно соответственно (мг/л): 0,01; 3,0 и 0,001. Титан, пишет А.П. Виноградов, «находится в твёрдой фазе взвеси, очевидно, в виде обычных его соединений — окисей, титанатов или титаносиликатов, не растворимых в морской воде». О какой-либо сорбции титана на алюминии в соотношении этих элементов, характерном для бокситов, также не может быть речи.

7. После изучения материалов А.А.Денисевича по Ивдельским и Надеждинским бокситам А.Д.Архангельский пришёл к убеждению (разрядка моя. - В.Л.), «что древнепалеозойские бокситы восточного склона Урала представляют осадочную химическую породу, образовавшуюся путём выделения лептохлоритов и гидратов окиси алюминия из растворов на морском дне». Красные бокситы являются продуктом окисления серых шамозит-диаспоровых руд.

Но ведь убеждения того или иного учёного не есть доказательства их правильности. Во время учёбы в университете нас убеждали презенты и бурбулисы, что генетика и кибернетика - это буржуазные лженауки, сторонников которых надо изгонять из научных учреждений. Можно ли верить многим проповедям и современных академиков, типа А.Н.Яковлева, одного из инициаторов «перестройки»? В школьные годы мы «убеждённо» громили законы Грегора Менделя. К этому призывали нас «выдающийся учёный» Т.Д. Лысенко и его идейный сторонник И.И. Презент. Термин «менделизм» после атаки на Г.Менделя Т.Д. Лысенко и его защитников, в лице высоких партийных иерархов, приобрёл характер ругательства, некоего жупела, от которого шарахались люди. Но прошло время, наступил 1965 год, и большая делегация советских генетиков приехала в Брно в дни столетия гениального открытия Г. Менделя (основоположника учения о наследственности) и возложила венок к подножию его памятника. Так написал об этом в 1975 году академик Н.П. Дубинин, получивший за свои труды по генетике Ленинскую премию в 1966 году. «Если я резко выступаю против твердыни и основы генетической науки, против «закона» Менделя..., так это прежде всего потому, что этот «закон» довольно сильно мешает мне в работе, в данном случае мешает улучшению семян хлебных злаков» (Лысенко, 1938). Как это похоже на современных «позсванов», защитников воровского капитализма, прописавшихся на российском телевидении и в многочисленных СМИ, которые с рвением Мосек нападают на В.И. Ленина и поносят идеи социализма. Между миллиардерами и простыми тружениками, не говоря о пенсионерах, нет и не может быть социального равенства.

8. Очень убедительно о генезисе бокситов Северного Урала написал в 1934 году Е.П. Молдаванцев. Его точка зрения в значительной мере отражает и современное состояние вопроса.

А. Бокситы региона являются осадочными образованиями, но не открытого моря, а прибрежными или лагунными. На участках суши, близко к местам будущего осадконакопления, происходили «энергичные процессы латеритного выветривания базальтовых пород и их туфов, возможно с развитием при этом обычного латеритного профиля». Слово «возможно» здесь лишнее, так как породило в даль-

нейшем разное толкование состава сносимого материала, вплоть до отрицания в нём минералов свободного глинозёма.

Б. «В прибрежной зоне или ближайших водоёмах могли накопляться продукты латеритного распада от всего комплекса вышеупомянутых палеозойских пород».

В. «Во всех случаях, по-видимому, осаждался чрезвычайно тонкоотмученный, сильно дисперсный материал, среди которого главное место принадлежало коллоидам водных окислов глинозёма (правильнее - алюминия. - В.Л.) и железа и частью, быть может, растворам солей этих металлов, получившихся в результате тех же процессов латеритного выветривания пород континента». Все положения этого абзаца близки к тем, которые защищал С.Ф. Малявкин. Понятно, что размерность сносимых частиц была разной, а не только отвечающей коллоидам. Верхний предел трудно установить, так как среди тонкого материала (больше 10^{-7} см) встречаются и видимые обломки. В результате смыва латеритного материала и переноса его пресной водой, а также отмучивания в морской (лагунной) воде, нельзя исключать определённой доли растворения материала и образования новых минералов - шамозита, кальцита, пирита, гидроксидов железа и даже гиббсита. Упоминание о растворах солей металлов «родом» из латеритов предположительное - скорее всего это дань традиции, а также недостатку знаний о бокситах к началу 30-х годов. В это время о бёмите говорили ещё с большой осторожностью, а его взаимоотношения с гиббситом в одних месторождениях и с диаспором - в других, только начали уточняться.

Г. Отдельные неточности Е.П. Молдаванцева не лишают его взглядов привлекательности. Он правильно считал, что на Северном Урале (Петропавловский район) вначале отлагались красные бокситы с гематитом, а серые - с пиритом - результат восстановления окисного железа в сероводородной среде. Серые бокситы из кровли рудного тела переполнены амфипорами, что даёт право говорить о наступлении моря, а не его регрессии. Выше я упоминал, что лагуна могла быть защищена от моря баром. Такую защиту море легко преодолевало, в результате чего на отдельных участках осадконакопления возникала перемежаемость красных и серых бокситов и даже появление в разрезе рудных тел известняков. Да и сам упомянутый автор пишет, что при отложении серых и красных бокситов из района Богословска, Ивделя и Талицы возможно «попеременно имели место и окислительные, и восстановительные процессы».

Д. «Пластовый характер залежей, положение их среди морских известняков и в особенности переслаивание бокситов с листоватыми глинами и известняками, которое имеет место в кровле бокситового пласта, минералогический состав серых бокситов, именно нахождение в них шамозита и пирита и, наконец, присутствие в тесно

связанных с красными бокситами ивдельских шамозито-диаспоровых рудах скелетов кораллов - всё это определённо указывает, что мы имеем в рассматриваемых породах настоящие морские осадки». Много позже и в красных бокситах СУБРа была найдена морская фауна. Тем не менее, Г.И. Бушинский, долгое время защищавший мнение А.Д. Архангельского о возможности образования бокситов в морских условиях, начал утверждать, что бокситы СУБРа являются отложениями суши. «Придуманная» им смесь из разных пород якобы «дозревала» до латеритов в кислых условиях непосредственно в карстовых воронках.

9. С.Ф. Малявкин не отрицал возможности накопления латеритного материала в лагунных условиях, т.е. в прибрежных частях морского бассейна, в отгороженной зоне литорали с признаками смешения наземного и морского режимов. Он не допускал лишь образования бокситовых осадков в открытом море, что совершенно справедливо. А.Д. Архангельский же такую версию не отвергал, так как исходил из возможности переноса алюминия в виде солей на сотни километров. Вот его кредо: «Бокситы представляют осадок химического или биохимического типа, основные минералогические компоненты которого являются образованиями первичными, возникшими на дне моря в момент отложения рудного пласта».

10. Из приведённой цитаты однозначно следует, что первичной латеритной коры с гидроксидами алюминия не было, а было лишь обычное выветривание с выносом алюминия, железа, титана наряду с щелочами и щелочными землями. Если признать латеритное выветривание, с образованием по исходным породам гидроксидов алюминия и железа, то отпадет надобность относить первичное минералообразование ко дну моря. Необходимо, как пишет А.Д. Архангельский, «решительно отбросить как предвзятые и необоснованные все рассуждения, исходящие из неподвижности соединений алюминия на земной поверхности. Доказательства справедливости или несправедливости точки зрения Молдаванцева и Малявкина следует искать в самих пластах бокситов и Fe-Al-руд и в окружающих их породах, а отнюдь не в надуманных, не соответствующих природным фактам теоретических построениях». Подобная критика больше похожа на окрик, чем на замечание научного порядка.

11. Не останавливаясь на минералогических и геохимических ошибках А.Д. Архангельского в части лептохлоритов, каолиновых и латеритных кор выветривания и ряде других вопросов, в том числе гальмиролиза, отмечу правильное (с моей точки зрения) заключение: разделение Al и Si в латеритной коре можно представить лишь через химический раствор. Образуются ионы указанных элементов с дальнейшим осаждением Al в виде гиббсита и выносом Si в виде слабых кремниевых кислот. Б.В. Некрасов (1973, т. 1) указывает, что

основной формой существования свободной кремнекислоты в растворе является H_4SiO_4. В результате полимеризации её с последующим отделением молекул воды образуются самые разные поликремниевые кислоты. Приведу также сведения из книги А.П. Виноградова (1967): в океанической воде кремний находится в форме аморфной кремнекислоты, «часть которой растворена в виде мономера H_4SiO_4... С повышением т-ры количество растворимой формы растёт». При 25°С в растворе может находиться до 140 мг/л Si. Можно напомнить, что растворённого Al в морской воде (по разным данным) 0,01-1,0 мг/л. При таком соотношении Al и Si никакие минералы свободного глинозёма в море не могут возникнуть. В определённых условиях между мономерами кремния и полимерной формой устанавливается равновесие, а дальше последняя агрегируется в коллоиды. В толще воды океанов происходит «поглощение Si организмами планктона и последующая его регенерация... Диатомовые извлекают 70-80% всего Si и строят свои кремневые скелеты. Si извлекается из воды как из растворенной, так и аморфной форм также и другими морскими организмами – радиоляриями, губками и др.». Возможно, происходит «и частичное расщепление взвесей алюмосиликатов (глин) диатомовыми с помощью бактерий». Не исключается и нахождение в воде океанов кремнеорганических соединений, как продуктов распада тканей организмов, концентрирующих Si – диатомовых и других. «Осаждение Si – биологический процесс переноса Si в осадки организмами». Можно допустить, что на дно опускается столько Si, сколько вносится в океан речным стоком (~ $5 \cdot 10^8$ т в год растворённого Si, с возможными вековыми флуктуациями). «В общей циркуляции веществ в океанической воде роль Si огромна, особенно аморфной и растворённой кислоты. Полимеры кремнекислоты – силикагели, как известно, сильнейшие адсорбенты. Поэтому миграция многих ионов и коллоидов в океанической воде связана с равновесиями H_4SiO_4 так же, как и $Fe(OH)_3$ или $Mn(OH)_2$». Данные о кремнии потребуются и в дальнейшем – при рассмотрении гипотезы К.К. Зеленова.

12. В случае стабилизации кристаллической структуры каолинита разделение Al и Si вряд ли возможно. Убедительных примеров такого разделения в литературе нет. К началу 30-х годов «лептохлориты», о которых много пишет А.Д. Архангельский, приводя их в качестве одного из веских доказательств хемогенного образования бокситов, были изучены очень слабо. Чаще всего в бокситах встречается шамозит. В общей формуле хлоритов – $(Mg_{6-x-y}Fe_yAl_x)Si_{4-x}Al_x)O_{10}(OH)_8$ – шамозит, по классификации Орсела и др. (1950), занимает место при x=1,1-0,95 и y>2. Справедливо, что этот минерал образуется химическим путем. Но это доказывает лишь, что палеозойские бокситы Урала формировались из механически снесенного латеритного

материала, а разубоживались в морских условиях новообразованиями из растворов. Образование силикатных минералов железа и минералов свободного глинозема нельзя ставить в один ряд. С.Ф. Малявкин подчеркивал, что Fe^{2+} - «не ровня» Al^{3+} по миграционной способности. Будучи очень тонким (до 10^{-7} см), латеритный материал и в процессе сноса и в местах седиментации частично растворялся. Вот из этой мизерной части и могли формироваться кронштедтит, бертьерин и шамозит. В первом — совсем нет алюминия, в двух других — его мало по сравнению с железом. Формула шамозита, по Е.И. Семёнову (Справочник, 1981), следующая: $Fe_5^{2+}Al_2Si_3O_{10}(OH)_8$. Наряду с Fe^{2+} чаще всего в указанных слоистых материалах со структурой, близкой к каолиниту, присутствует и магний.

13. «Если признавать вместе с Малявкиным и Молдаванцевым, что на дне моря происходило накопление продуктов размывания коры латеритного выветривания, то понадобилось бы найти процессы, которые бы на дне моря смогли превратить каолин и слюды в рудные образования». Это — тот антитезис А.Д. Архангельского, который не имеет никакого отношения к упомянутым двум авторам. Из него также следует, что академик не допускал при латеритном выветривании образование минералов свободного глинозёма. Он ограничивается лишь каолинитовой корой. Искать процессы, которые привели бы к разложению каолинита и слюд на дне моря — действительно бесполезно. Так «бесполезные мысли» приписываются оппонентам. В России не было и нет демократии, когда бы утверждения царя-батюшки или господина президента могли быть отвергнуты. Их слова (в наше время), благодаря «родным» средствам информации, выдаются всегда за истину, своего рода золотоносный песок, а несогласное мнение — за пустую породу, которую удаляют на свалку. Такая же «традиция» существует и в научных журналах, когда редактор или рецензент выступают в роли верховных жрецов. Неудивительно, что хемогенная гипотеза образования бокситов, которую защищал А.Д. Архангельский, держалась до тех пор, пока академик А.П. Виноградов не сказал, что она лишена здравого смысла.

14. «Итак, отсутствие глинистых частиц в бокситах говорит решительно против гипотезы механического переотложения латеритного материала и за выделение рудного вещества из растворов». Совершенно необоснованное утверждение, так как в бокситах разных типов (кроме тульского), практически, постоянно присутствуют терригенные каолинит, иллит, кварц, минералы титана, циркон и другие. Об акцессорных минералах в бокситах, к изучению которых к началу 30-х годов только приступили, уже говорил С.Ф. Малявкин.

15. Силикатные руды железа и бокситы — совершенно разные по генезису продукты и их нельзя помещать в одну «корзину». Именно этот тезис и защищали С.Ф. Малявкин и Е.П. Молдаванцев и

совершенно никого и ничего не старались опорочить. Как Герману из «Пиковой дамы» А.С. Пушкина нужен был для выигрыша туз, так и А.Д. Архангельскому нужны были лептохлориты для защиты хемогенной гипотезы. Диаспор-шамозитовые руды Урала «образовывались в мелководной, прибрежной полосе, в которой неоднократно возникали коралловые рифы. Интересно отметить, что совершенно так же рисует себе условия образования шамозитовых руд и Г. Берг (Berg, 1924), по мнению которого они отлагались в мелководных лагунах, связанных с рифами». Но ведь оппоненты академика также указывали на прибрежные (лагунные) условия накопления бокситового материала. Выше приводились суждения на этот счёт и С.Ф. Малявкина и Е.П. Молдаванцева. Получается у А.Д. Архангельского: бей своих, хвали чужих за одни и те же мысли. Невероятную путаницу в вопрос о месте отложения бокситов СУБРа внёс Г.И. Бушинский, о чём речь пойдёт ниже.

В 1926 году Берц (Berz) пришёл к выводу, что в различных точках дна или попеременно в одном пункте могут отлагаться то лептохлориты, то полуторные окислы железа. После изучения диаспор-шамозитовых руд Западного склона Урала А.Д. Архангельский присоединился к мнению Берца. «Наиболее вероятным представляется мне теперь, что окись железа в этих бокситах является образованием первичным и возникла почти одновременно с лептохлоритами». При таком взгляде легко объясняются и «соотношения между красными и серыми бокситами, которые наблюдаются как в месторождениях ивдельского типа, так и в Богословске, где красные и серые бокситы переслаиваются».

В условиях мелководного моря существовали попеременно то окислительный, то восстановительный режимы, в связи с чем красные и серые бокситы на СУБРе перемежались. Исходный материал из гидроксидов алюминия и железа поступал из латеритной коры. Так писал Е.П. Молдаванцев независимо ни от Берга, ни от Берца. И С.Ф. Малявкин, и Е.П. Молдаванцев, и Н.А. Каржавин уделяли основное внимание геологической практике, изучали месторождения бокситов при разведке, тогда как А.Д. Архангельский исходил из просмотра шлифов и литературных сведений – отчётных и журнальных публикаций. Отсюда и его многочисленные ошибки.

16. На десятках страниц повторяется мысль: «как алюмосиликаты, так и гидраты окисей возникают за счёт приноса с суши соответствующих соединений в виде растворов». Аргументация простая, но неверная – лептохлориты, окислы железа и гидроксиды алюминия являются одновременными образованиями. Исходит такая «аргументация» из неприятия латеритной коры выветривания с оксидами и гидроксидами железа и алюминия, каолинитом и акцессориями. Вероятно, сказалась завышенная оценка своего ego – пристрастие

к идее о высокой миграционной способности алюминия, неуважительное (грубое, с окриками) отношение к российским оппонентам, оторванность от наблюдений в природных условиях и в ряде моментов – неуместные ссылки на зарубежных авторов.

17. В структурном отношении оолиты очень похожи на бобовины. Но если первые обладают концентрически-скорлуповатым строением и типичны для хемогенных осадочных железных руд – окисных и силикатных, то вторые – более плотные образования с характерными признаками коллоидального стяжения материала и последующей раскристаллизации его. Образуются в верхней части латеритной коры; состоят чаще всего из оксидов железа (гематит, маггемит) и гиббсита. Во время переноса латеритного материала многие бобовины разрушаются. Обломочно-бобовое строение очень характерно для бокситов Казахстана (рис. 1). Количественное соотношение бобовин с цементом – самое разное; в цементе, как правило, меньше гематита, но больше каолинита. А.Д. Архангельский не видел различий в условиях образования оолитов и бобовин, считал, что и те и другие выпадают из растворов Al-Fe-Si-Ti-состава. «Боксит-брекчия» принималась за результат метасоматического замещения известняков бокситовым материалом в растворённом состоянии. Это – возражение Е.П. Молдаванцеву, который видел в «боксит-брекчии» типичное осадочное образование.

18. «Быть может, трещиноватость известняков указывает на то, что перед отложением бокситов поверхность известняков была на короткое время приподнята над уровнем моря». Это верное, по моему мнению, предположение А.Д. Архангельского было позже отвергнуто Г.И. Бушинским, который всё бокситообразование на СУБРе перенес в карстовые воронки на суше.

19. В соответствии с гипотезой переноса Al, Fe, Si и Ti в растворах на огромное расстояние, А.Д. Архангельский считал, что материнскими для палеозойских бокситов Урала были изверженные породы в северо-восточном Казахстане и северном продолжении Казахской складчатой страны. В девонский период в этом районе могли интенсивно проходить процессы латеритного выветривания. А такое выветривание, по А.Д. Архангельскому, приводило лишь к выносу алюминия и сопутствующих элементов в растворах, а не к их накоплению в латеритной коре. Последнее не допускалось, так как с неизбежностью приводило А.Д. Архангельского в «союзники» к С.Ф. Малявкину и другим авторам, которые защищали классическую латеритную гипотезу. Точка зрения таких авторов как раз и отвергалась. Странно, что академик не думал о неизбежном разубоживании элитного бокситового материала в процессе переноса на сотни километров. Не «выручает» его и привлечение серной кислоты: в условиях тропического климата «процессы разложения минералов

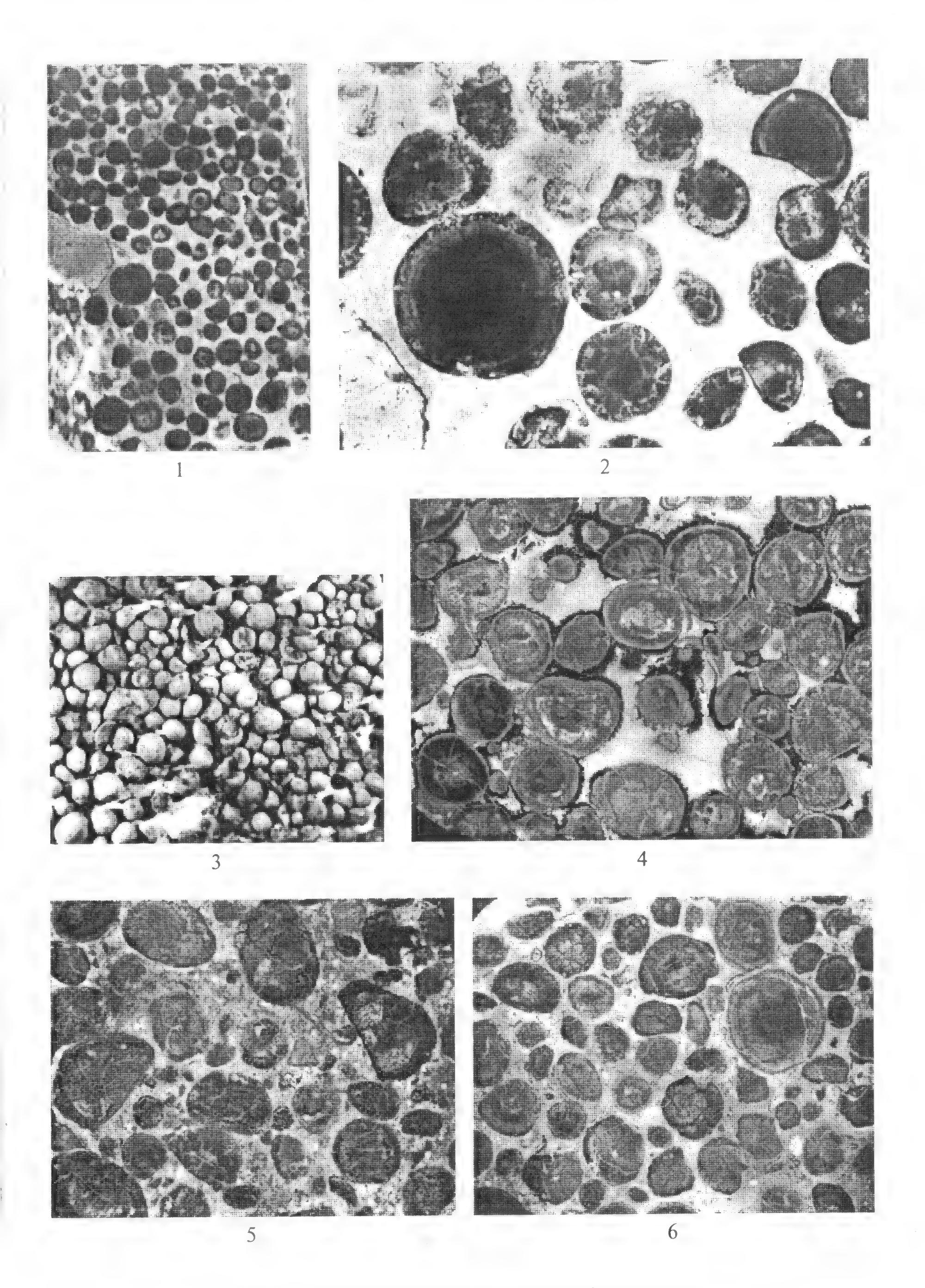


Рис. 1. Примеры бобовых бокситов Казахстана.
1: боксит каменистый, обработанный HCl; 2: деталь структуры; 3: бобовины; 4-6: обломочно-бобовый материал в цементе. Софиевское месторождение

изверженных пород серной кислотою могли происходить в весьма широком масштабе, и в море могли поступать весьма большие количества сернокислых солей алюминия». При сернокислотном выветривании бокситов, как показал А.К. Гладковский, перенос алюминия в растворах допускается в пределах первых метров, но не сотен их и, тем более, километров.

После критических замечаний С.Ф. Малявкина было сделано добавление, что и в пределах Урала в среднем палеозое «могли обнажаться толщи недавно излившихся вулканических пород и их туфов; при выветривании последних также могли образоваться необходимые растворы... при медленном погружении страны в мелкое море с соседней суши и поступали интересующие нас растворы». Эти предположения – ближе к действительности, хотя до сих пор ведутся споры о материнских породах для бокситов Урала и тех условиях, в которых проходило накопление руд. Итак, если заменить растворы терригенным бокситовым материалом, то все оказывается рядом: суша с латеритной корой выветривания на алюмосиликатных породах и мелководное море, куда сносился тонкий бокситовый материал (рис. 2 и 3). Отпадают и Казахстан и далёкое открытое море, где «формируются» хемогенные бокситы, при «чудесном» отделении кремнекислоты от растворов с алюминием, железом, титаном. (Сургучные яшмы, относительно богатые железом, «могли образоваться, хотя бы частично, в результате осаждения кремнекислоты из тех же растворов, которые в других местах осаждали окислы алюминия и железа»). А.Д. Архангельский чувствовал уязвимость своей гипотезы, так как писал: если мои предположения правильны. Вместо критического отношения к хемогенной гипотезе её очень долго и тщательно защищали, особенно учёные из московских учреждений.

С.Ф. Малявкин, Е.П. Молдаванцев и другие геологи 30-х годов не могут быть забыты – они стояли у истоков развития алюминиевой промышленности, благодаря им Советский Союз разгромил фашистскую Германию. России нужна правдивая информация о её историческом прошлом, в том числе, о специалистах, а не выдумки антисоветски настроенных щелкопёров.

20. В большой главе о мезозойских бокситах А.Д. Архангельский ничего нового в геохимию основных элементов не добавляет. Сразу говорится, что бокситы из Алапаевского и Каменского районов восточного склона Урала являются нормальными озёрными химическими осадками, аналогичными озёрным железным рудам. Словно «печальный Демон, дух изгнанья» держал академика в своих объятьях, заставлял отстаивать ошибочные мысли. Но если один человек заблуждается, то почему сотни других не «отдают предпочтение истине» (слова Аристотеля)? И учёных, и простой народ в России

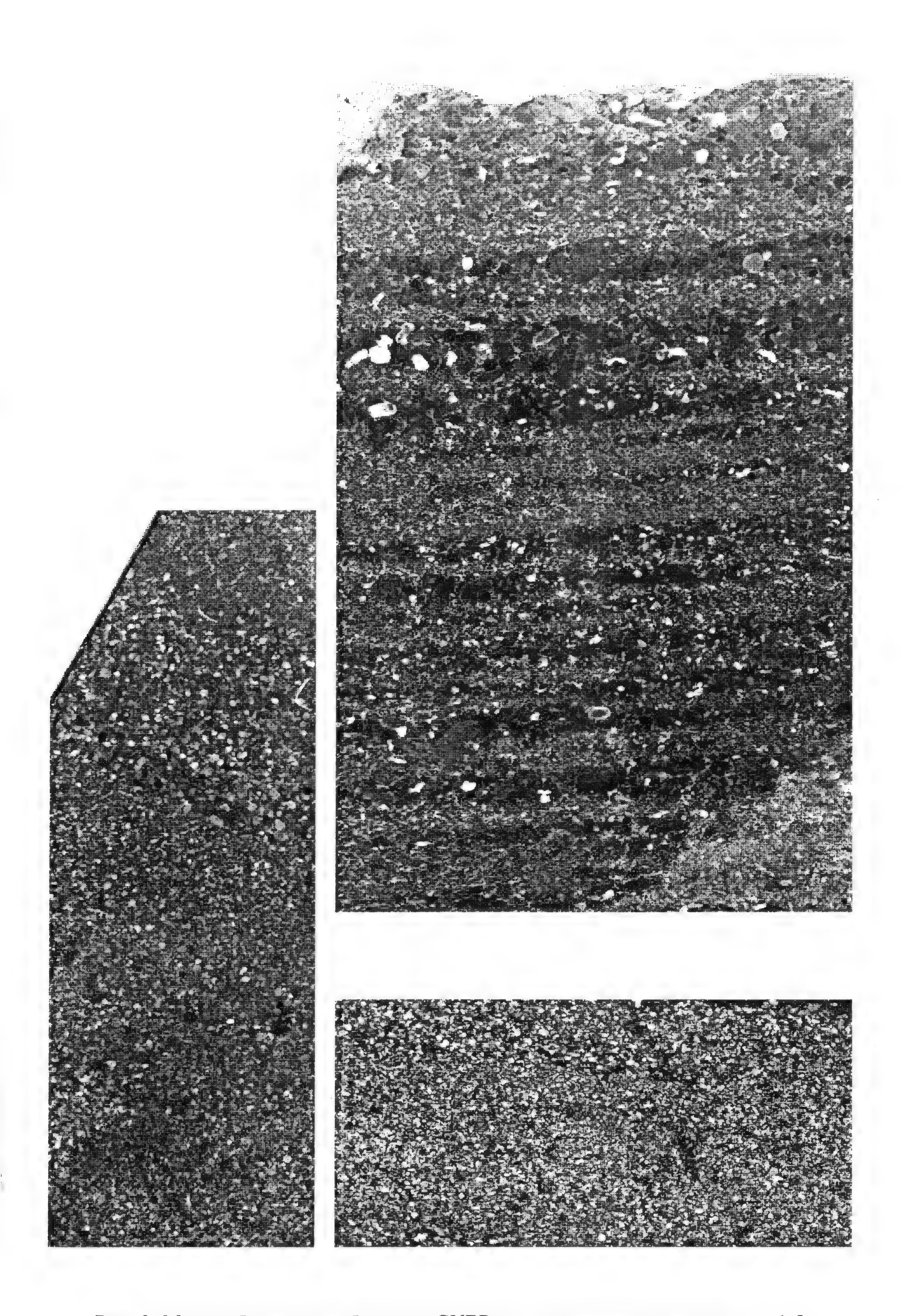


Рис. 2. Мелкообломочные бокситы СУБРа с признаками слоистости. х 1,5



Рис. 3. Деталь структуры на границе красного и серого боксита - мелкие обломки (1-5 мм) в пелитовой массе.
Хорошо видна слоистость в отложении материала. СУБР. х 2,0

«приучили» безмолвствовать. Для одних современная жизнь – «севрюжина с хреном», для других – жалкое пропитание на нищенскую пенсию. Иметь свое суждение – опасно! М.Е. Салтыков-Щедрин написал в свое время: «Однажды я как-то осмелился заикнуться перед моим начальником, что по моему мнению... так он только поглядел на меня, и с тех пор я более не заикался».

21. Казалось бы, что признание первичных латеритов(in situ) и вторичных, за счёт механического переноса и переотложения материала первых, приведёт А.Д. Архангельского к правильным генетическим выводам. Но это не происходит: «Отложение продуктов размыва первичных латеритных месторождений может происходить и на склонах водоразделов, и в долинах рек, и в озёрных, и даже в морских бассейнах; в соответствии с этим можно различать делювиальные, аллювиальные, озёрные и другие вторичные латериты. К числу таких вторичных переотложенных латеритов придётся отнести и бокситы Ивделя и Красной Шапочки, если только встать на ту точку зрения, которая в отношении их происхождения проводится Молдаванцевым и Малявкиным». Из этой большой выписки следует, что все свои усилия А.Д. Архангельский направлял не на поиски истины в вопросах генезиса бокситов, а на борьбу со своими оппонентами, которых пытался одолеть как чиновник более высокого ранга.

После изучения рядом специалистов кор выветривания в районах распространения мезозойских бокситов (Урал, СВ Казахстан, Западная Сибирь, Енисейский кряж) А.Д. Архангельский сделал вывод, что процесс древнего выветривания сводился, в основном, к образованию каолинита и серицитоподобных минералов с очень небольшим количеством минералов свободного глинозёма в верхних горизонтах элювия. Выносятся из материнских пород щёлочи, щелочные земли, кремнезём и в ряде случаев железо. И дальше следует характерное предположение: «Мы не имеем никаких оснований отрицать, что в процессе выветривания из пород выносилось также большее или меньшее количество алюминия, но доказать это можно было бы только изучением растворов, вытекавших из районов образования элювия». Пока ещё никто в мире не доказал, что даже при латеритном выветривании, в процессе которого происходит максимальное разложение материнских пород, алюминий «в больших или меньших количествах» выносится из элювия, тем более - в сопровождении железа и титана (для алюминия небольшой вынос из развитых кор вероятен лишь в соединениях с гумусовыми кислотами). На вере, а не на фактах была построена хемогенная гипотеза образования бокситов. Постепенно она забывается, хотя рецидивы обновления её имеют место.

22. При размыве латеритных кор утрачивается их связь с протопородами. Месторождения же бокситов формируются там, где

принесённый материал может надёжно сохраниться от перемыва и разубоживания. Наилучшим образом этому отвечают карстовые воронки в известняках или всевозможные понижения на контакте известняков с силикатными породами. Процессы латеритного выветривания происходили, очевидно, уже в докембрии и происходят на территориях с тропическим климатом и в наши дни. Чем древнее возраст продуктов выветривания, тем меньше шансов у исследователей проследить их «генеалогию».

Коры выветривания на Урале и в Казахстане, послужившие первоисточником для мезозойских бокситов (возможно и палеогеновых), начали возникать, очевидно, в триасе и юре. Это заключение А.Д. Архангельского увязывается с историей развития упомянутых районов.

К середине 30-х годов данных о мезозойских бокситах Среднего Урала и других регионов было очень мало. Материал о таких бокситах тщательно собирался по редким обнажениям, шурфам и мелким скважинам. С.Ф.Малявкин абсолютно правильно оценил их генезис, как осадочных образований за счёт разрушения и механического переноса латеритного элювия. Он не допускал мысли, что оксиды и гидроксиды Al, Fe и Ti могут выпадать из растворов вдали от материнского источника с образованием крупных месторождений. Понятно, что А.Д. Архангельский выступил против: «Я и все мои сотрудники, работавшие над уральскими мезозойскими бокситами... считаем их химическими озёрными и болотными осадками». Далее разъясняется, что ничего общего во взглядах с С.Ф.Малявкиным нет и быть не может, хотя он и говорит о переносе тонкодисперсного материала, близкого к коллоидальному. Здесь «глубокое, чисто принципиальное расхождение», подчёркивает академик. «По Малявкину, образованию осадочных месторождений мезозойских бокситов должно предшествовать образование месторождений элювиальных, из продуктов разрушения которых путём простого механического переноса создавались вторичные озёрные скопления бокситов... С моей точки зрения, этих первичных накоплений водных окислов железа, алюминия и титана в коре выветривания никогда не было, да, по-видимому, и быть не могло (разрядка моя. - В.Л.), и озёрные железо-алюминиевые руды являются образованиями первичными, возникшими за счёт осаждения минералов из растворов, которые возникали в процессе выветривания алюмосиликатных пород и выносились из коры выветривания». Этим самым полностью хоронятся латериты in situ - как только появляются в коре выветривания в свободном состоянии Al, Fe, Ti (в виде гидроксидов или солей), так они мигом выносятся. В итоге имеем: латеритное выветривание без латеритов. Это так же «справедливо», как называть демократической страну, в

которой правит капитал, когда олигархам достаются бублики, а народу - дырки от бубликов.

23. С.Ф.Малявкин был не одинок, кто отстаивал механическое переотложение первичного латеритного материала в постпалеозойское время и сохранение его в депрессиях. М.П. Нагорский (1934) о бокситах Салаирского района пишет: оолитины и отдельные кусочки боксита, наряду с тонким суспензионным материалом и глинозёмом в виде геля, сносились в озёра; разрушался латеритный профиль, формировались новые залежи бокситов. «Коагулирующий золь глинозёма и тонкораспылённый, суспензионный материал цементируют приносимые в озеро оолиты зоны обогащения латеритного профиля, обуславливают накопление вторичных бокситов, которые мы и отмечаем». Во многих бокситах из месторождений Казахстана также чётко выделяются бобовины и цемент; встречаются прослои и стяжения гиббсита. Ещё одна выписка из статьи М.П. Нагорского: в озёра приносился не только латеритный материал, но и материал разрушения различных горных пород, за счёт которых в цементе оказываются дистен, титанит, анатаз, роговые обманки, полевые шпаты и другие минералы. Сделан правильный вывод, что оолитины I-го порядка являются остатками зоны обогащения латеритного профиля, «а цементирующая масса их образована в водоёмах (озёрах) частью химическими, частью механическими осадками».

24. В адрес оппонентов А.Д. Архангельский высказывает замечание в оторванности от конкретной геологической обстановки, в том, что они не останавливаются «со всеми необходимыми подробностями на сравнительно-литологической характеристике вмещающих бокситы пород» и т.д. На это можно ответить словами из Евангелия - «Врачу, исцелися сам». Хорошо ведь известно, что академик не видел в натуре ни одного месторождения бокситов и, тем более, не мог его описать. В статье читаем: «точка зрения, проводимая мною и моими сотрудниками, совершенно исключает образование бокситов элювиальным путём в верхних частях коры выветривания и признаёт их за осадочные породы, возникшие в водных бассейнах путём выделения составляющих их минеральных компонентов из растворов, которые выносятся в бассейны из районов выветривания алюмосиликатных горных пород». Совершенно голое, необоснованное утверждение. Да, латериты-бокситы в первичном состоянии к середине 30-х годов не были найдены на территории СССР, но ведь они изучались в других странах, а низкая миграционная способность алюминия и титана не вызывала сомнений у большинства грамотных, не заражённых предвзятостью специалистов. А.Д. Архангельский и его сторонники не хотели этого признавать.

25. Переотложение латеритного материала ведёт к образованию осадочных месторождений бокситов. Опять-таки, ни С.Ф.Малявкин,

ни многие другие геологи этого не отрицали. Они настойчиво держались за латеритную кору и возможность переноса материала механическим путём. За это получили от академика удар «плетью». Хорошо ещё, что не были объявлены врагами народа. Как иначе можно отнестись к словам: «если подходить к вопросу о генезисе бокситов с точки зрения исследования действительно существующих природных соотношений, а не ограничиваться только простым подысканием уже заготовленного в западноевропейской литературе ярлыка (разрядка моя. - В.Л.), то идею о латеритном выветривании древних пород при объяснении происхождения мезозойских бокситов приходится решительно отбросить». После ярлыков в подражательстве «пресловутому Западу» мало у кого было желание отстаивать свою точку зрения и не соглашаться с суррогатной хемогенной гипотезой происхождения бокситов.

О борьбе с генетикой я упоминал. Не даёт мне покоя и кибернетика, которая преподносилась в середине 50-х годов как «реакционная лженаука», «идеологическое оружие империалистической реакции» (Краткий философский словарь. Редакторы М.Розенталь и П.Юдин. М,, 1956). Где сейчас все эти лысенки, презенты, роз-иуды и прочие борцы с «лженауками»? А ведь у них много последователей в современной России. Не проходит дня и часа, чтобы они не «лягнули» Ленина, Сталина, коммунистическую партию, советскую власть. До каких пор аргументы будут подменяться оскорбительными ярлыками, а их вешатели - поощряться?

26. Геологи 30-х годов много сил и времени отдавали поисковым работам, пытались честно разобраться в наблюдаемых фактах и вовсе не механически строили свои выводы на пресловутом «профиле выветривания» Гаррасовича, в чём упрекает их А.Д. Архангельский. И сейчас справедлив тезис, который академик пытался опровергнуть: «если между бокситом и подстилающими его породами можно установить постепенный переход в химическом составе, то бокситы следует рассматривать как продукт выветривания подстилающей его породы». Более правильно сказать: железистый боксит с его коркой (кирасой) заметно отличается от выветрелых пород зоны литомаржа, а они в свою очередь - от коренных материнских пород. В целом, латеритный профиль, при всей его генетической общности, формируется не только за счёт выноса подвижных элементов, но и капиллярного подтока коллоидов глинозёма и оксидного железа в верхние горизонты. Сильное влияние на формирование элювия оказывает уровень грунтовых вод, смена влажных периодов сухими, угол откоса поверхности возвышения.

При изучении бокситов Краснооктябрьского месторождения в Кустанайской области Казахстана я пришёл к выводу о его латеритно-осадочном генезисе. В одних случаях бокситы в кровле выветрелых

эффузивных пород сохранили свой статус, в других - смещены на небольшое расстояние. Вся толща эффузивов с бокситами содержит цинк (в меньшей мере - свинец) - сверху вниз содержание его возрастает до 50% ZnO близ контакта с известняками подошвы (Лавренчук и др., 2004).

27. Не щадил А.Д. Архангельский кадры отечественных геологов-полевиков, а ведь их работа была несравненно труднее тех специалистов, которые лишь на короткое время покидали столицу и снова возвращались в уютные кабинеты зданий недалеко от Третьяковской галереи. Все факты сложных взаимоотношений бокситов с вмещающими породами академик рассматривал через призму «химического осадочного происхождения бокситов». Ни одного серьёзного аргумента - в защиту своей гипотезы. Только и только - нелепые опровержения возможности механического переноса латеритного материала. «Если бы такие крупные и тяжёлые частицы, как Fe-Al-бобовины, приносились на место их теперешнего залегания механически, водою, то они должны были бы ассоциироваться с песками и галечниками». Почему «должны были бы»? Это аргумент или постулат, не подлежащий обсуждению. И подобная антилогика утверждается на многих страницах из 110 общего объёма.

28. Некоторые факты в пользу части бокситов как осадочных образований (другая часть - бокситы in situ) правильны и их никто не опровергал. Какой материал лежит в основе осадочных бокситов - принесённый в растворах из выветривающихся алюмосиликатных пород или принесённый механически из первичных латеритов? Современный ответ - в пользу второго заключения. Следует лишь добавить, что перемещение гелей глинозёма и гидроксидов железа в коллоидных растворах имело место в латеритных корах, как и несомненна роль истинных растворов при образовании лептохлоритов. Латеритный материал, будучи достаточно тонким в сочетании с обломочно-бобовым, при переносе водой частично растворялся и в бассейнах осадконакопления гели коагулировали, цементируя бобовины, сформированные ранее в латеритной коре.

В целом, историю формирования бокситов нельзя рассматривать без изначальных латеритных кор, как накопителей гидроксидов алюминия и железа, и переноса материала в виде механических взвесей при небольшом участии растворов - коллоидальных и истинных. По двум, самым важным, вопросам бокситообразования А.Д. Архангельский был не прав. Что же касается условий залегания мезозойских бокситов, то его трактовка верна: в пределах «депрессий бокситоносные осадки могут залегать на породах самого разнообразного возраста и состава. Некоторые из этих депрессий имеют озёровидный характер, другие напоминают древние русла, вероятно - типа стариц, третьи представляют типичнейшие воронки древнего карста».

Даже случай явной механической смеси бокситовых пород с обломками местных палеозойских пород и кварцевыми песками на западном склоне Мугоджар представляется как доказательство выделения материнского вещества бокситов из растворов. Слово А.Л. Яншину (1937): «Здесь линзы песчанистого белого бобового боксита подчинены грубым кварцевым пескам, которые переполнены обугленным растительным мусором». Наблюдались и многочисленные вертикальные отпечатки стеблей растений (хвощовых и др.) в породах разреза. Делается вывод, что глубина озёрного бассейна была в пределах 1-2 м.

29. Отрицая первичное накопление алюминия, железа, титана в латеритных корах (цитата об этом приведена выше), А.Д. Архангельский, тем не менее, признаёт, что «растворы, давшие начало рудам, в своём происхождении так или иначе связаны с корой выветривания». Правда, такая связь понимается очень своеобразно: не путём «простого вымывания уже заключающихся в коре выветривания соединений», а «в процессе дальнейшего разложения исходных алюмосиликатов». Как понимать вторую половину фразы? Обратимся к разъяснению в первоисточнике: «Мне представляется, что процессы выветривания в момент размыва древнего элювия (по механическому составу - от глыб до глин. - В.Л.) и отложения бокситоносных пород ещё не замерли (и снова - за счёт какого материала? - В.Л.), и на прилежавших к озёрным котловинам пространствам ещё продолжался распад алюмосиликатов, при котором параллельно с образованием каолинов происходило также образование и растворимых соединений железа, алюминия и титана». Невероятная путаница: одновременно происходят размыв элювия, отложение бокситоносных пород, распад алюмосиликатов, образование каолинов и параллельное образование растворов соединений Al, Fe, Ti. Возможно, эти мысли правильно понял только Г.И. Бушинский, когда стал отстаивать бокситизацию материала разнообразных горных пород в карстовых воронках. Сам же А.Д. Архангельский с достаточной долей уверенности возвращается к своей работе 1933 года. Речь идёт о юрских бокситовых глинах и бокситах в Мугоджарах. «На окружающих озёрные бассейны равнинах происходили процессы латеритного выветривания (без накопления минералов свободного глинозёма в коре - по работе 1937 года. - В.Л.). У нас нет никаких оснований принимать, что полуторные окислы (в свободном состоянии? - В.Л.) целиком остаются в областях выветривания и испытывают только вертикальные перемещения в связи с капиллярным поднятием растворов в сухое время года» (но ведь академик не допускал первичных накоплений гидроксидов в корах выветривания - «их никогда не было, да, по-видимому, и быть не могло»). Далее написано, что значительная, а может, и «наибольшая часть полуторных окислов в

виде настоящих или коллоидальных растворов может переноситься далеко за пределы тех районов, где залегают выветривающиеся породы, и попадая в озёрные бассейны, выпадать в виде гелей, то смешивающихся с глинистым материалом, приносимым сюда механически, то выделяющихся в виде столь характерных для озёрных железных руд бобовин». При таком толковании каждый конкретный минерал в зоне выветривания, как только распадётся в нём связка кремния с алюминием, мгновенно переводит последний в раствор, а далее он удаляется за пределы коры выветривания, опережая кремний. Будет происходить не массовый вынос алюминия (в форме ионов с переводом в $Al(OH)_3$), а дискретный, без всякой возможности, далеко от родной материнской породы, осадиться и тем самым положить начало образованию хемогенного месторождения бокситов. Если же признать, что первым будет выноситься кремний, то сразу же надо покаяться в отрицании латеритной коры выветривания как накопителя гидроксидов алюминия в комплексе с минералами железа и титана, а также многих редких.

Для перемещения полуторных окислов А.Д. Архангельский привлекает органику. «Растворы железных и алюминиевых соединений (неизвестно каких. - В.Л.) попадали из возвышенных областей, где проходили процессы латеритного выветривания (разрядка моя. - В.Л.), в пониженные равнины, покрытые озёрами и болотами, в части которых шло накопление угля». Даже в популярной энциклопедии разъясняется, что латеритизация - это процесс глубокого разложения алюмосиликатных пород с выносом из них свыше 90% кремния, натрия, калия, кальция, магния и образование элювиальных латеритов железисто-глинозёмистого состава.

Итак, за признанием латеритного выветривания должно следовать и полное признание «пресловутого» латеритного профиля, как репродуцента гидроксидов алюминия и железа, и признание переноса тонкого материала, в меньшей мере - обломочно-бобового, механическим способом. Если органика способствует миграции алюминия и железа, а также части редких элементов в растворах, то она изначально должна быть в латеритных корах и на всём пути следования бокситового материала до его захоронения. Но в этом случае с неизбежностью будет происходить разделение алюминия и железа в силу высокой миграции последнего в форме Fe^{2+} и большей устойчивости железоорганических соединений в присутствии гумусовых кислот.

30. Всё сказанное в предыдущем пункте близко к тому, что отстаивал С.Ф.Малявкин. Оригинальным, да и то с натяжкой (поясню ниже), остаётся у А.Д. Архангельского лишь формирование осадочных месторождений бокситов за счёт хемогенных растворов, в том числе - сернокислых. В локальных условиях действительно

3 - 1079

образуются сульфаты алюминия, но никак не месторождения бокситов. Странно то, что на перенос латеритного (бокситового) материала в виде обломков, бобовин, суспензий, коллоидов было наложено табу, хотя это допускалось для каолинитовых глин. В то же время сернокислым растворам вдруг отводится крупная роль, которую они могли играть в процессе образования бокситов. Для нас, подчёркивает А.Д. Архангельский, это в высшей степени вероятно. За любую соломинку готов был держаться академик, чтобы убедить научную общественность в своей «хемогенной» правоте. К сожалению, методы убеждения часто заменялись оскорблениями оппонентов. В науке, да и просто в жизни, это недопустимо, как и контроль надзирающих чиновников над умственной деятельностью.

31. В огромном большинстве случаев выделение соединений Al_2O_3, Fe_2O_3 и TiO_2 из растворов в озёрных котловинах происходило, по А.Д. Архангельскому, совместно, «с тем, однако, различием, что окислы алюминия и титана осаждались близ берегов почти нацело..., а окислы железа частично совместно с кремнезёмом продолжали осаждаться» и в удалении от берегов. Что же это были за универсальные Ai-Fe-Ti-Si-растворы, которые в пути следования не разделялись и не разубоживались терригенным материалом, а достигнув озёрных впадин, как по команде, дифференцировались? Каждый из четырёх элементов обладает своей спецификой, знания о которой даёт обычная школа. Вероятно, поэтому нигде не говорится о характере хемогенных растворов - «научная тайна» А.Д. Архангельского. Сернокислые растворы - всего лишь предположение. Наряду с оксидами и гидроксидами железа в бокситах часто присутствуют сидерит, лептохлориты, пирит. Это - вторичные минералы, образующиеся в восстановительных условиях. Что же касается магнитности бокситов (точнее - бобовин в них), то на современном этапе её можно объяснить присутствием маггемита за счёт медленной дегидратации лепидокрокита или окисленного терригенного магнетита, вовлечённого в бобовины ещё в латеритной коре. Большая часть Fe^{3+}-минералов наряду с гидроксидами алюминия формируется в латеритной коре, параллельно накапливаются устойчивые акцессорные минералы. Всё это никоим образом не согласуется с категоричным утверждением А.Д. Архангельского о минералах бокситов, приуроченных к озёрным, карстовым и другим впадинам: «мы имеем здесь дело с выделением вещества из растворов, а не с переносом продуктов разрушения ранее существовавших залежей во взвешенном состоянии».

В чём заключаются причины, вызывающие осаждение гидроксидов? Называются два фактора: биохимический (влияние особых бактерий) и химический. Первый совершенно не изучен и надо признать, что никаких намёков влияния этого фактора на осаждение

алюминия в природных условиях не выявлено. За основу берётся второй (электрохимический) фактор, основанный на зарядах ионов: «растворы, содержащие железо, алюминий и титан (а куда исчез кремний? - В.Л.) и приносимые в озёра источниками и ручьями, попадают здесь в иные физико-химические условия и под влиянием их выделяют заключающиеся в них вещества». Ни одна реакция в подтверждение сказанного не приводится. Везде - воображаемая реальность.

32. Заканчивается большая статья кратким рассмотрением месторождений бокситов Тихвинского района. Несмотря на то, что они в начале 30-х годов уже разрабатывались, А.Д. Архангельский не пожелал их осмотреть, а ограничился, по его же словам, скудным и крайне разнородным литературным материалом. Он пришёл к выводу, что по генезису палеозойские (C_1) бокситы Тихвинского района аналогичны мезозойским бокситам Среднего Урала и других регионов, т.е. являются химическими осадками.

Иной гипотезы придерживался С.Ф. Малявкин: осадочные месторождения бокситов образовались за счёт механического переноса и захоронения в депрессиях тонкого материала (вплоть до коллоидов) латеритных кор, с их оксидами и гидроксидами титана, железа, алюминия. Уже в 1926 году были сформулированы все те основные положения, которые по справедливости признаются и сегодня. Конкретно о тихвинских бокситах сказано: латеритный материал был снесён соответствующими потоками и переотложен в мелких бассейнах, «на месте которых мы наблюдаем песчано-глинистую толщу карбона, несущую все признаки озёрно-речных осадков. Ясно, что переносимые во взвешенном состоянии латериты были отмучены и загрязнены лишь такой же мутью, но происходящей от размывания глин... Материнской породой для этих латеритов могли быть как слюдистые пески и песчаники девона (почти нацело состоящие из щелочных слюд), так и полевошпатовые породы Прионежья» (эти последние оспариваются из-за значительного удаления от тихвинских бокситов). До сих пор ведутся споры, как возник бёмит-гиббситовый состав бокситов района: является ли бёмит изначальным, а гиббсит обязан гидратации или наоборот - изначальным был гиббсит, а бёмит - продукт его старения (дегидратации).

33. Заслуги А.Д. Архангельского в организации поисковых работ на бокситы в начале 30-х годов несомненно велики, как и в прогнозировании тех районов, где месторождения могли быть найдены. Они мною не умаляются. Речь в книге о том, что представления академика о генезисе бокситов как химических осадков ошибочны, и молодое поколение в полном объёме, а не в отдельных, наспех выдернутых цитатах, должно знать об этом. Его представления совершенно не были привязаны к химии и геохимии основных элементов бокситов -

Al, Si, Fe, Ti, а также редких - Ga, Sc, Y, TR, Zr, Nb и др., которые в работах основоположников геохимии начали освещаться.

34. В заключении о ранних работах стоит отметить, что актуальная задача комплексного использования бокситового сырья, несмотря на всё возрастающую его стоимость, не решена до сих пор. Необходимо значительное финансирование с привлечением авторитетных научных организаций, а не отдельных дилетантов, далёких от интересов России и безразличных к серьёзным проблемам страны. Не могут остаться в стороне и вопросы расширения поисково-разведочных работ на бокситы. Алюминиевая промышленность - это та отрасль, которая обеспечивает стратегическую безопасность России. Полностью согласен с А.Д. Архангельским в том, что вопрос о правильном направлении поисковых работ на бокситы «не может быть решён, если не составить общий, научно обоснованный, план исследований, исходя из достаточно проверенных теоретических предпосылок». Именно теоретической части с геохимическим уклоном и посвящена настоящая книга. Чтобы избежать ошибок в будущем, молодым геологам XXI века надо хорошо знать всё наследие специалистов XIX и XX веков. Обидно, что капитальная работа Г. Бардошши и Г. Алева, посвященная латеритным бокситам мира (G.Bardossy and G.Aleva, 1990), не издана на русском языке. С изданием этой книги был бы окончательно похоронен позорный ярлык, навешанный на латеритную гипотезу, как «пресловутое» изобретение западных специалистов. Одновременно были бы реабилитированы те советские геологи, которые вдумчиво, а не механически, развивали её, несмотря на страшные оскорбления. В Тихвине или в Бокситогорске надо поставить памятник профессору С.Ф. Малявкину, выдающемуся российскому специалисту, одному из зачинателей алюминиевой промышленности.

2. О книге А.К. Гладковского и А.К. Шаровой «Бокситы Урала»

Упомянутая книга была опубликована в 1951 году. Долгое время находилась под грифом, поэтому многие специалисты, особенно зарубежные, не имели возможности с ней ознакомиться. Мы, студенты университета 1952-1957 годов, видели на стенде лишь обложку; содержание книги знали по лекциям. До настоящего времени она не утратила своего значения: в ней большой фактический материал за двадцатилетний срок поисковых работ на бокситы многочисленного отряда геологов, в том числе авторов книги (супругов в жизни). В этой работе приводятся также генетические представления о бокситах, которые развивали отечественные геологи-практики. Не буду их повторять. В данном месте важна лишь точка зрения А.К. Гладковского и А.К.Шаровой.

В первой части вывода авторы признают прибрежно-морское осадочное происхождение бокситов. По их мнению, красные и серые бокситы СУБРа, а также глинистые сланцы и известняки кровли являются синхронными осадками. Появление разных типов руд обязано неодинаковым физико-химическим условиям осадконакопления, которые были предопределены сменой обстановки среды от берега в сторону моря. Фации смещались вслед за движением береговой линии. Продуктивная толща оказалась приуроченной к основанию осадков трансгрессирующего моря. В вопросе о способе накопления бокситов авторы высказывают несогласие с С.Ф. Малявкиным. Как известно, он считал девонские бокситы осадочными образованиями: разрушался первичный латеритный профиль на суше и материал сносился в лагуны, т.е. прибрежные участки моря, в виде коллоидов и суспензий. Серьёзные аргументы против этой точки зрения А.К. Гладковский и А.К. Шарова не приводят, как и в защиту того, что «бокситы месторождений девонского возраста следует считать химическими осадками». Позже А.К.Гладковский признался, что не верил в хемогенную гипотезу(!), но боялся сторонников А.Д. Архангельского, которые могли помешать изданию книги.

Мне трудно судить, насколько откровенным было это признание, неприятное в любом случае. После развала СССР ренегатами стали миллионы бывших коммунистов, потерявших какое-либо уважение и обнаживших своё истинное лицо двурушников. К чести А.К. Гладковского - он не состоял ни в какой партии и не рвался к властной кормушке.

Влияние А.Д. Архангельского на авторов книги несомненно чувствуется. В частности, они пишут, что происходило «закономерно последовательное выпадение в осадок глинозёма, окиси железа и кремнезёма» относительно береговой линии и не допускают принос вещества бокситов в виде суспензий. А.Д. Архангельский, о чём говорилось выше, предполагал, что после разложения алюмосиликатов в коре выветривания алюминий быстро переходит в раствор и мигрирует на значительное расстояние, выпадая в осадок далеко от материнского источника. По мнению А.К. Гладковского и А.К. Шаровой, нет смысла искать породы, подходящие для образования бокситов, далеко за пределами Урала. В силуро-девонское время на территории уральской геосинклинали было много островов, в прибрежной зоне которых и происходило отложение бокситов - «глинозём не мог мигрировать в морских условиях далеко от места своего рождения». Уже в этом видится шаг вперёд: места осадконакопления глинозёма и материнские породы находятся рядом. А вскоре, после выхода книги, А.К. Гладковский и вовсе отказался от хемогенной гипотезы, которую так настойчиво защищал и развивал А.Д. Архангельский. В статье последнего имеется признание того, что идеи о переносе глинозёмного материала в растворах он заимствовал у ряда зарубежных исследователей начального периода изучения бокситовых продуктов (ссылки на работы 1881-1922 годов). Как в работах ранних авторов, так и в работах А.Д. Архангельского и его сотрудников по бокситам, вопросы геохимии рудных элементов, по-существу, не обсуждаются. Алюминий, железо, титан априорно были зачислены в ряд активных мигрантов. Не избежали этой ошибки и авторы монографии. Приведу их «отмашку» в адрес С.Ф. Малявкина: «Основное вещество бокситов не было привнесено в виде суспензий, так как последние, попадая в морскую воду, богатую электролитами, должны быстро свертываться, ибо таково свойство суспензий». Напомню, что суспензии — это грубодисперсные системы с жидкой дисперсионной средой и твёрдой дисперсной фазой (с размером частиц больше 10^{-4} см), в которых, в отличие от высокодисперсных систем (10^{-5} — 10^{-7} см), частицы быстро выпадают в осадок. К большому сожалению, А.К. Гладковский до конца своей научной деятельности так и «не подружился» с геохимией и неоднократно менял свою точку зрения по многим вопросам.

В отношении мезо-кайнозойских месторождений бокситов восточного склона Среднего Урала, открытых в Алапаевском, Режевском и Каменском районах Свердловской области, А.К. Гладковский и А.К. Шарова пришли к заключению, что они являются вторичными. По представлениям авторов, вначале были накопления глинозёмных латеритов. В результате переноса их материала механическим путёем образовались вторичные месторождения. Это был, по-существу, первый и заметный отход от хемогенной гипотезы и утверждение правоты С.Ф. Малявкина. На примере Соколовского месторождения, наиболее крупного из уральских, было показано, что в низах рудного тела (аптский ярус нижнего мела) присутствуют многочисленные обломки железистых сланцев, гальки и валуны ожелезнённых эффузивных пород и конгломератов, а также слабо окатанные обломки яшмовидных и пизолитовых бокситов. Обнаружены гальки кварца и кварцевых песчаников. В бокситовых глинах и глиноподобных бокситах авторы заметили участки, сложенные переотложенными цветными глинами. Обломки разных пород, гальки и валуны в бокситах «скреплены буровато-красным бокситом пизолитовой структуры. Боксит нижней части рудного тела имеет типичный облик брекчии». На долю обломков приходится в нём до 50% от общего объёма. В восточной части месторождения в таком боксите были встречены ожелезнённые обломки стволов растений (длиной до 10 см). По мысли авторов, обломки растений привнесены из участков их первичного залегания. Под покровом меловых и третичных осадков широко развиты рэтские глинистые сланцы и конгломераты и более древние эффузивные породы основного состава, на размытой поверхности которых располагаются нижнемеловые отложения. А.К. Гладковский и А.К. Шарова считают вероятным синхронность процессов ожелезнения рэтских пород верхнего триаса и образования первичных месторождений бокситов. На Соколовском месторождении имеются каменистые, рыхлые и глинистые бокситы, а также конгломератовидные. Последние состоят из катунов (до 15 см в диаметре) пизолитового боксита и такого же цемента. Их прослои (до 1 м по мощности) встречаются на разных горизонтах рудного тела. Как и Е.В. Рожкова, авторы посчитали, что железистые пизолиты (лучший термин — бобовины) в бокситах «возникали, несомненно, не в стадию диагенеза изначального бокситового вещества, а в самый ранний период осадкообразования, т.е. выпадали из водной среды». В этой последней фразе — дань формированию вещества бокситов из растворов. Стоит заметить, что бобовины присущи латеритам in situ и являются результатом стяжения коллоидальной Al-Fe-массы вокруг определенных центров. В процессе размыва зрелых латеритных кор и переноса их вещества бобовины часто ломаются, а в местах осадконакопления цементируются каолинит-гиббситовой массой.

Большая часть гиббсита и, практически, весь каолинит формируются в латеритной коре и переносятся в разного рода взвесях. К началу 50-х годов не было ещё хорошей оптической и рентгеновской техники, поэтому А.К. Гладковский и А.К. Шарова ошибочно посчитали, что основная масса бокситов состоит из продуктов раскристаллизации комплексных Al-Fe-Si-Ti-гелей в местах их накопления. Из вторичных минералов были определены сидерит, шамозит, барит. Содержание Fe_2O_3 в бобовинах чаще больше, чем Al_2O_3, тогда как в цементе глинозём преобладает, но в нём больше и SiO_2, связанного в каолините. В зоне литомаржа, расположенной между материнской породой и бокситом, происходит, по-существу, сепарирование элементов – подвижные уносятся, а инертные (Al, Fe) в периоды засухи поднимаются вверх (преимущественно железо), формируя не только бобовины, но и кирасу. На свежем базальте в Индии, по Фоксу (Fox, 1932), залегает каолинизированный базальт, выше – зона литомаржа, над ней – латериты: вначале – мягкий глинисто-железистый, далее – глинозёмистый пизолитовый, ещё выше – железистый пизолитовый (= кираса) и, наконец, рыхлый глинистый слой (= почва) желтовато-красной окраски. Таким образом, нет надобности связывать образование Fe-Al-бобовин с выпадением их из химических растворов в бассейнах стока. А.К. Гладковский и А.К. Шарова отнесли бобовины к более ранним образованиям по сравнению с цементом – «на дно бассейна они осели уже достаточно плотными». Здесь же, считают эти авторы, бобовины перекатывались и сортировались. Они не исключали и того, что «значительная часть бобовин могла попасть в бассейн чисто механическим путём – в результате разрушения и переноса первичного месторождения, где и находились бобовины в сформировавшемся виде». Так, шаг за шагом, с оглядкой на А.Д. Архангельского, авторы приближались к генетической точке зрения С.Ф. Малявкина. Через несколько лет они полностью убедились в его правоте и отошли от гипотезы формирования бокситовых месторождений хемогенным путём.

В полемике с В.И. Лучицким по вопросу генезиса мезозойских бокситов А.К. Гладковский и А.К. Шарова признают, что упомянутый автор в рукописной работе 1943 года пришёл к выводу о нижнемеловых бокситах восточного склона Урала как механических осадках; гиббсит и каолинит переносились в тонкодисперсном состоянии. В.И. Лучицкий не очень твёрдо защищал эту точку зрения; им допускалась также миграция в озёрные континентальные бассейны Al, Fe, Ti, Si, где и происходило формирование бокситовых месторождений.

В заключение хочу упомянуть точку зрения И.И. Бока на карстовый тип месторождений. В рукописи 1931 года о Режевских бокситах говорится, что они формировались в два этапа: вначале разрушались

породы района с образованием элювия и делювия, а затем этот обломочный материал сносился в карстовые воронки в известняках, где и латеритизировался. Железистость бокситов с повышенным содержанием хрома, никеля, кобальта И.И. Бок связывал с ультраосновными породами. И до этого автора и много позже идея о латеритизации обломочного материала в изолированных карстовых воронках неоднократно обсуждалась. Но никем из авторов, в том числе Г.И. Бушинским (в работах второй половины XX столетия), не были приведены какие-либо доказательства.

3. Г.И. Бушинский как защитник и продолжатель идей А.Д. Архангельского

9 декабря 1955 года Г.И. Бушинский выступил с докладом на Общем собрании Отделения геолого-географических наук АН СССР о литологических работах А.Д. Архангельского. Доклад был опубликован в «Известиях АН СССР», серия геол., 1956, № 8, с. 61-69. Вероятно, это было первое публичное выступление Г.И. Бушинского, в котором он коснулся генезиса бокситов. Позже им было опубликовано много статей на эту тему. Практическим изучением бокситов этот автор не занимался и не участвовал, в отличие от А.К. Гладковского, в проведении или консультировании поисково-разведочных работ. Г.И. Бушинский прекрасно знал отечественную и иностранную литературу и, в этом аспекте, был для широкого круга геологов уважаемым обозревателем. Выпущенная им в 2-х изданиях «Геология бокситов» (1971, 1975) совершенно не содержит оригинального материала. Она резко отличается от работы А.К. Гладковского и А.К. Шаровой «Бокситы Урала», написанной на 20 лет раньше. Я достаточно хорошо знал упомянутых авторов и если высказываю критические замечания в их адрес, то лишь в согласии с Лютером: «Платон мне друг, Сократ мне друг, но истину следует предпочесть».

Уже в своей начальной работе по бокситам Г.И. Бушинский допускает гносеологическую ошибку, когда называет многочисленные гипотезы о происхождении этого сырья теориями. В дальнейшем он также превращает разнообразные генетические предположения в теории. Уберём слово «теории», так как существуют во взглядах на бокситы лишь гипотезы. Неверно утверждение, что гипотеза переотложенных латеритов была менее распространенной среди советских геологов, по сравнению с чисто латеритной (элювиальной) и терра-росса. Больше того, в один ряд ставятся гипотезы переотложения латеритов и сернокислотная. Г.И. Бушинский явно обходит работы С.Ф. Малявкина, который начал писать о бокситах с 1926 года. Блестящее обобщение этого автора на 73-х страницах изложено даже в

учебнике 1934 года. Он, по-существу, единственный, кто мужественно противостоял хемогенной гипотезе А.Д. Архангельского. Материалы о таком противостоянии подробно изложены выше.

Г.И. Бушинский пишет, что «источником глинозёма для озёрных бокситов была, по А.Д. Архангельскому, латеритная кора выветривания... Соединения железа и алюминия выносились из нее водой в виде молекулярных или коллоидальных растворов, сносились в понижения, занятые болотами или озёрами, и там отлагались». Как мог считать А.Д. Архангельский источником глинозёма латеритную кору, если не допускал существование такой коры, в которой могли накапливаться минералы свободного глинозёма? Он упоминал лишь о латеритном выветривании, в результате которого из материнских пород моментально выносятся в растворах алюминий и сопутствующие ему железо и титан.

Далее, по Г.И. Бушинскому, уважаемый академик считал, что девонские бокситы - «это настоящие морские осадки». Допускалось отложение глинозёмного материала не только в неритовой области, но и в открытом море, с приносом растворов за сотни километров от материнских пород. О накоплении принесённого механическим путём суспензионно-коллоидного материала в прибрежных участках моря (лагунах), с недалеко расположенных на суше латеритов, говорил С.Ф. Малявкин.

Г.И. Бушинский позже стал писать, что девонские бокситы СУБРа являются континентальными осадками — возникли при латеритизации разнородного материала в карстовых воронках.

В работе 1956 года утверждается, что для палеозойских бокситов Урала А.Д. Архангельский также предполагал наличие латеритной коры выветривания как материнского первоисточника глинозёма. Из лестного желания похвалить А.Д. Архангельского, ему приписаны многие позиции С.Ф. Малявкина. Путем переотложения материала латеритов как раз и формируются осадочные месторождения бокситов, а не путем выпадения алюминия из гипотетических хемогенных растворов. Одновременно С.Ф. Малявкин отстаивал и существование элювиальных бокситов, тогда как А.Д. Архангельский не хотел их признавать.

Свою статью Г.И. Бушинский заканчивает следующей поправкой академика: «приходится признать значительную роль механических процессов в бокситонакоплении В североуральском подгоризонте красных бокситов, который А.Д. Архангельский считал морским, в действительности морской фауны не найдено, а карстовый характер почвы бокситового пласта скорее указывает на его наземно-пресноводное происхождение». От первогипотезы (теории) А.Д. Архангельского после её ревизии Г.И. Бушинским мало что остаётся. На защиту своих позиций по СУБРу Г.И. Бушинский привлёк

Е.С. Гуткина. Вместе они стали отрицать отложение красных бокситов в прибрежно-морских условиях.

На ошибки Г.И. Бушинского, замеченные мной, много раньше обратил внимание А.К. Гладковский (Изв. АН СССР, серия геол., 1957, № 8, с. 96-98). Приведу лишь две выписки из публикации. «По вопросу образования бокситов, в частности, их механического происхождения, геологи постепенно, но неуклонно приближаются к гипотезе С.Ф. Малявкина». Сейчас практически нет специалистов, которые рассматривали бы значительный перенос алюминия, железа, титана из кор выветривания в растворах, достаточный для сформирования хемогенных месторождений бокситов. С.Ф. Малявкин верил в правильность своих идей и время это подтвердило. Вторая выписка касается соотношения теории и практики. Сначала Г.И. Бушинский доказывает «универсальность гипотезы осадочного химического происхождения бокситов..., потом — неправильность осадочно-химической гипотезы и, наконец, независимость результатов поисков от условий образования бокситов, т.е. независимость практики от теории, и снова правильность осадочно-хемогенной гипотезы».

Как соотнести основные положения об условиях образования бокситов с прогнозами и практикой поисковых работ — никто толком не знает. Всякого рода гипотезы, более или менее правдоподобные, возникают тогда, когда сырьё найдено. Примеры этому и Тихвин, и Северный Урал, и Тиман, и многие зарубежные открытия. Слишком много условий необходимо для сохранения осадочных бокситовых месторождений в длительной геологической истории, тем более, - древних элювиальных бокситов. С молодыми латеритными месторождениями кайнозойской эры, общей продолжительностью в 60-70 млн. лет, значительно проще — они в большинстве своём на виду, а запасы их достигают миллиардов тонн. Но именно существование латеритных месторождений отрицали А.Д. Архангельский и Г.И. Бушинский. Слово последнему — из ответа на критические замечания А.К. Гладковского (Изв. АН СССР, серия геол., 1957, № 9, с. 95-96). Прежде всего обращает внимание скорость публикации, не в пример статьям и заметкам периферийных авторов, которые по многу лет залёживались на редакционных полках.

Итак, Г.И. Бушинский пишет, что расхождение между С.Ф. Малявкиным и А.Д. Архангельским по вопросу образования бокситов следующее. Первый признавал и латериты (бокситы) in situ, и их переотложение механическим путём — формировались вторичные месторождения бокситов. «А.Д. Архангельский отрицал не только такие первичные месторождения, но и возможность накопления остаточного свободного глинозёма при латеритном выветривании (разрядка моя. — В.Л.) и

считал, что свободный глинозём принесён из области латеритного выветривания в бассейны бокситонакопления химическим путём, в растворе». Далее неверно утверждается, что «А.Д. Архангельский доказывал морское происхождение геосинклинальных бокситов, а С.Ф. Малявкин это категорически отрицал, считая их пресноводными образованиями» (кстати, именно это стал утверждать позже Г.И. Бушинский; его слова по этому вопросу приведены выше). Здесь допущен «фол» - в работе 1934 года, на которую ссылается Г.И. Бушинский, ничего нет даже похожего. Читаем: к моменту написания учебника «некоторыми разведочными работами освещено лишь месторождение, расположенное у р. Вагран, в местности, носящей название Красная Шапочка... О генезисе этого месторождения говорить пока невозможно, так как ни геологические условия залегания как самого тела боксита, так и вмещающих пород не могут считаться окончательно выясненными, ни минералогический состав бокситов не изучен, ни строение бокситовой залежи не установлено с достаточной полнотой... Остальные месторождения этого района совершенно еще не изучены». В работе же 1937 года С.Ф. Малявкин не отрицал возможности накопления бокситов в прибрежно-морских (лагунных) условиях. Он был категорически против месторождений бокситов среди осадков открытого моря, где якобы алюмосиликатные минералы накапливались и разлагались; натрий, кальций, магний и кремний уходили, по А.Д. Архангельскому, в морскую воду, а алюминий со своими постоянными спутниками образовывали рудные залежи. Эту капитальную статью и сделанные С.Ф. Малявкиным правильные выводы Г.И. Бушинский пытается обойти и через 20 лет после публикации. Далее он признаёт накопление свободного глинозёма в латеритной коре выветривания..., «н о с у щ е с т в о в а н и е п е р в и ч н ы х л а т е р и т н ы х б о к с и т о в ы х м е с т о р о ж д е н и й п р о м ы ш л е н н о г о р а з м е р а с т р о г о н е д о к а з а н о н и у н а с, н и з а р у б е ж о м, ч т о н е п о д т в е р ж д а е т в з г л я д а С.Ф. М а л я в к и н а» (разрядка моя. — В.Л.). С такой же нелепостью можно критиковать Н. Коперника за его гелиоцентрическую систему мира. Подобное заключение непозволительно даже школьнику, тем более — доктору наук.

Г.И. Бушинский считает неправильным мнение А.К. Гладковского (приведено выше), что геологи всё больше и больше приближаются к гипотезе С.Ф. Малявкина. Последнему ставится в вину, что он отрицал морское происхождение палеозойских бокситов, тогда как в некоторых девонских месторождениях Урала «найдена обильная и разнообразная морская фауна». Но ведь чуть позже сам Г.И. Бушинский станет утверждать, что бокситы СУБРа образовались в континентальных условиях — в карстовых воронках на суше. Вопрос о том, отлагались ли бокситы Северного Урала в морских

условиях или континентальных, подробно рассмотрен в нашей книге (Лавренчук и др., 2004). В разное время одни и те же факты трактуются Г.И. Бушинским и Е.С. Гуткиным неоднозначно, и трудно понять, где же кроется правда, а где берут верх спекулятивные заявления.

О первичном материале для образования бокситов Г.И. Бушинский (1964) говорит: местами он представлял «песчанистые зёрна и более тонкие частицы известняка, хлоритизированного шлакового туфа и базальта, а также хлоритово-глинистое вещество». На основе каких данных составлена эта «первородная смесь» - неизвестно. Скорее всего, это – плод фантазии, перенесённый в научную литературу.

Объявив ошибочной точку зрения А.Д. Архангельского (хотя изъяны её несомненны), Д.В. Наливкина, А.К. Гладковского и других исследователей об отложении вещества девонских бокситов Урала в морских условиях (включая заливы, лагуны и пр.), Г.И. Бушинский никаких новых фактов не привёл. Он, по-существу, ограничился лишь повторением чужих мыслей, высказанных намного раньше. Таким было всё «творчество» этого автора в части геологии и геохимии бокситов. Возможно, Г.И. Бушинский внёс неоценимый вклад в изучение агрономических руд СССР и литологии меловых отложений Днепровско-Донецкой впадины. Но эти работы – вне моего поля зрения. Никакой связи с генезисом бокситов и их вещественным составом, как и с геохимией рудных элементов, они не имеют. Вслед за Г.И. Бушинским, опираясь на его поддержку, пошёл Е.С. Гуткин. Сотрудничая с А.К. Гладковским, он разделял взгляды на морской генезис своего учителя; сотрудничая с Г.И. Бушинским, стал ярым приверженцем нового учителя – бокситы из морских осадков превратились в континентальные. В вопросах геохимии бокситов Е.С. Гуткин (1978) показал полное незнание предмета, тем не менее «успешно» защитил докторскую диссертацию. Удивительно, как все начальники с партийными билетами в карманах «заручались» учёными степенями.

«Принятие теории С.Ф. Малявкина о бокситовых залежах, - пишет Г.И. Бушинский, - как механически переотложенных бокситах из латеритных месторождений, неизбежно толкало бы геологов на поиски последних и уводило бы от поисков осадочных залежей. Вся сумма опыта изучения бокситов говорит о бесплодности такого направления». Какая-то бессмысленная игра слов – почему поиски элювиальных бокситов или механически переотложенных, в результате чего формируются осадочные месторождения, должны кого-то уводить в сторону и быть бесплодными? И в чём же теория А.Д. Архангельского «является и по настоящее время наиболее плодотворной»? Это было написано в 1957 году. К этому времени была полностью доказана несостоятельность хемогенной «теории».

Определенный вклад в ее похороны внёс и А.П. Виноградов. Его заметка была опубликована в «Известиях АН СССР» четырьмя месяцами раньше, чем заметка Г.И. Бушинского. Не знать существа споров или уходить от их осмысления — равносильно поведению датчан (по сказке Х.К. Андерсена), которые не хотели верить, что король голый.

Глубокое знание С.Ф. Малявкиным геохимии рудообразующих элементов позволило ему высказать и рекомендации по направлению поисковых работ на ископаемые латериты (бокситы). Эти рекомендации сохраняют своё значение и в настоящее время, несмотря на то, что Г.И. Бушинский усердно их хоронил. Латеритообразование, по С.Ф. Малявкину, происходит на значительных территориях при определённых физико-географических условиях. Однако, сохранность латеритов зависит от морфологии местности и единое пространство может быть разорвано на отдельные, более или менее значительные пятна. «С точки зрения латеритного образования бокситов нахождение последних должно быть приурочено: 1) к континентальному перерыву на данном отрезке геологического времени; 2) к тропическим или, по меньшей мере, к субтропическим зонам соответствующих геологических эпох; 3) к определённым формам рельефа (горизонтальные или слабо покатые плато без сколько-нибудь серьёзной денудации); 4) к определённому составу материнских пород, образующих данную местность — почти исключительно кристаллические или же метаморфические породы (полностью исключать осадочные породы нельзя, например, гидрослюдистые глины. — В.Л.); 5) к зонам, где отсутствовали в момент образования латеритов орогенические движения — могли проявляться лишь в самой слабой степени эпейрогенические в виде слабых поднятий и опусканий».

При характеристике бокситовых месторождений Индии С.Ф. Малявкин указал также следующее. «Начиная с эоцена, страна находится непрерывно в условиях субаэрального выветривания... Повидимому - с третичной же эпохи и условия климатические (положение по отношению к экватору) не претерпели сколько-нибудь серьёзных изменений. Поэтому развитие латеритного покрова должно здесь иметь исключительное распространение». Со ссылкой на работы Фокса С.Ф. Малявкин пишет, «что как образование долин с разностью гипсометрических отметок их дна и окружающих их плато в 600 м, так и образование латеритного покрова в несколько десятков метров мощностью должны были потребовать грандиозного промежутка времени». Отсюда следует вывод, имеющий важное научное и практическое значение: для образования латеритов необходим значительный промежуток времени «с сохранением как спокойного состояния того или иного района в отношении движения земной коры, так и неизменяемости климатических условий...

Поскольку бокситы являются частным случаем проявления субаэрального выветривания в процессах латеритизации, месторождения их должны всегда находиться в перерывах между морскими фазами развития геологического строения той или иной страны. Отсюда — изучение характера перерыва, его длительности и сопровождающих его тектонических явлений должно стать руководящим моментом в организации поисков работы на бокситы. А это, в свою очередь, ведёт к необходимости глубокого и всестороннего изучения так называемых континентальных осадков — установление литогенеза приобретает здесь сугубо важный характер». Наряду с глубоким изучением литологии континентальных образований С.Ф. Малявкин советовал изучать растительные остатки — для лучшей реконструкции палеоклиматических условий. Очень важны и следующие два момента, отмеченные этим автором: 1) «элювиальные первичные месторождения не опускаются ниже постоянного уровня подземных вод» и 2) в бокситах присутствуют акцессорные минералы — рутил, анатаз и пр., что подтверждает механический перенос материала, а не хемогенный в истинных растворах.

Я сознательно привёл большие выписки из работы этого выдающегося учёного, практика, организатора науки и производства, и этим самым подчёркиваю никчемность критических выпадов в его адрес со стороны оппонентов, которые ничего не могли противопоставить его таланту и, наверняка, сократили ему жизнь. Кроме Тихвина или Бокситогорска памятник С.Ф. Малявкину должен быть установлен у входа в Геологический институт РАН с надписью — «Борцу против невежества и угодничества в науке».

В 1957 году, как упоминалось выше, по вопросу генезиса бокситов выступил с небольшой заметкой А.П. Виноградов. Он указал, что содержание алюминия, титана, циркония, ниобия в природных водах рек и морей ничтожно мало, к тому же, содержание алюминия заметно ниже кремния. «Физико-химическим путём невозможно представить процесс селективного извлечения из разрушающихся горных пород алюминия совместно с титаном». Даже в присутствии гумусовых кислот (величина pH в опытах была в диапазоне 2,9-10,14) не происходило селективное извлечение титана и возрастание Ti/Al отношения. Опыты показывают весьма малую подвижность титана в растворах. Признаётся латеритное выветривание, хотя А.П. Виноградов этот термин не упоминает: «идёт процесс медленного извлечения из разрушенных горных пород обычными водными природными растворами (в том числе и метеорными осадками), имеющими pH около 7, гидратов SiO_2..., т.е. десиликация породы». Остаточная порода обогащается Al и Ti примерно в равной степени. Коэффициенты накопления малоподвижных элементов, по нашим и литературным данным, в пределах 2,5-3,0. В случае выноса

из латеритов (бокситов) железа этот коэффициент повышается. «Образовавшаяся на месте бокситовая порода может быть механически перенесена». Формирование осадочных месторождений бокситов академик не рассматривал. В заключении отмечается, что многое из вышеприведённого общеизвестно и «тем более должны быть осторожны те геологи, которые без достаточных на то оснований говорят и пишут об образовании бокситов путём химического осаждения алюминия из водных растворов».

Около 25 лет продолжалась активная пропаганда хемогенной гипотезы образования бокситов. Она была заимствована А.Д. Архангельским из ранних зарубежных источников и искусственно поддерживалась его сторонниками. На примере работ Г.И. Бушинского это видно с достаточной полнотой. Была ли это наивная вера в правоту идей или сознательное «услужение» старшему по чину — не берусь судить. Замечу только, что традиционная болезнь в России — это поклонение «барину», хотя часто видно, что он мало смыслит в деле. Когда такой «знаток» в руководящем кресле разваливает науку или производство, народу объясняют: «Хотели как лучше, а получилось как всегда». Очень жаль, что к власти в России приходят и сейчас бездари — написал поэт А.Д. Дементьев: «Неужто так Россия оскудела на умных и порядочных людей,// Что все мы возле избранного тела должны мириться с участью своей?» (Сборник «Нет женщин нелюбимых», М., 2004, с. 143). А сколько говорунов, вещателей и прорицателей заседает по стране в разного рода комитетах? И не перечесть! Неужели власть не видит, как великою скорбью народной полнится Россия. Как и в 1858 году поэзия Н.А. Некрасова зовёт народ просыпаться. «Толстые, приса-дистые, красные, как медь» лабзуны из «медвежьей» России не способны управлять страной. Это очевидно миллионам россиян, да и многим народам других стран.

Словно о наших современниках говорит в своих «Озарениях» (Изд. 1886 г.) замечательный французский поэт Артюр Рембо, один из ранних представителей символизма: «Здоровенные озорники. Многие из них хорошо поживились в ваших краях. Они не спешат без особой нужды показывать свои блестящие дарованья и знание ваших душ. Тёртые парни! Глаза шалые; ...развязная хрипотца... Разодетых с омерзительным шиком, их отправляют в город малость пообтесаться. Ах, какой буйный раек неистового лицедейства!.. Прожженные комедианты, они меняют место и облик, ставят магнетическое представленье». (Парад-алле. Перевод с французского А. Ревича). Подобные фигляры разных возрастов ежечасно мелькают на экранах телевизоров и больше, чем наркотики, травят сознание. Многое надо делать для возрождения России. Сейчас уже сотни тысяч классных специалистов покинули страну.

Возвращаюсь к основной теме. В 1955 году в Москве при Отделении геолого-географических наук АН СССР состоялось Совещание по генезису бокситов. Доклады участников опубликованы в сборнике «Бокситы, их минералогия и генезис» (М., Изд. АН СССР, 1958, 488 с.). Как ответственный редактор сборника, Г.И. Бушинский поместил в нём две свои статьи: «Теория А.Д. Архангельского о генезисе бокситов в свете современных данных» (с, 83-92) и «О генетических типах бокситов» (с. 176-263). Уже из заголовков видно, что это обзорные статьи; своего оригинального материала у этого автора никогда не было. У меня нет стенограммы совещания, поэтому не могу судить, была ли дискуссия о генезисе. Ясно только, что материалы сборника, в первую очередь статьи Г.И. Бушинского, подредактированы после выступления в печати А.П. Виноградова в апреле 1957 года. Сборник сдан в набор 28.08.1958 г., т.е. спустя 16 месяцев. Нельзя же признать серьёзными итоги Совещания, которое выяснило «необоснованность биохимической теории Л.С. Берга и гидротермальной теории, которую французские учёные высказали ещё в прошлом столетии». В Предисловии также отмечается, что большинство геологов отстаивало на совещании в разных вариантах осадочную теорию. Если следовать подобной терминологии, то можно возвести в теорию и представление древних жителей о Земле на трёх китах.

В первой статье Г.И. Бушинский повторяет всё то, что сказал раньше о гипотезе А.Д. Архангельского, правда без оскорбительных выпадов в адрес С.Ф. Малявкина и защищаемых им представлений об элювиальных латеритах и переотложенных. Последние и есть осадочные месторождения, формирование которых связано с переносом тонкообломочного материала. Приоритет и в этом вопросе принадлежит С.Ф. Малявкину, а не А.Д. Архангельскому, хотя Г.И. Бушинский пытается «доказать» обратное. Что же касается заключений о деталях генезиса того или иного месторождения, то они часто меняются по мере накопления фактических данных, особенно эксплуатационных. Такое впечатление, что отдельным научным работникам «выгодны» бесконечные дискуссии без добавления чего-то нового. Сказки о генезисе можно сочинять и на Пыжевском переулке, и на Старомонетном, и на Почтовом, не утруждая себя долгими исследованиями, в том числе экспериментальными. У Г.И. Бушинского (1958_1) читаем: «В химическом и минеральном составе бокситов и в их структуре А.Д. Архангельский также усматривал доказательства, не совместимые с гипотезой механического переотложения продуктов латеритного выветривания. Немыслимо представить себе, чтобы глинозёмные суспензии, поступающие с континента, не содержали в себе большого количества кварца, каолина или вообще глин и слюд... Итак, о т с у т с т в и е   г л и н и с т ы х   ч а с т и ц   в

бокситах говорит решительно против механического переотложения латеритного материала и за выделение рудного вещества из растворов» (с. 87, разрядка моя. — В.Л.). Бокситы сложены в большинстве своём частицами глинозёмных и железистых минералов глинистой размерности, т.е. меньше 0,01 мм. Отсутствие в них кварца, слюд и других алюмосиликатных минералов как раз и делает их сырьём для получения алюминия. Конечно, если стать на точку зрения переноса суспензий, а тем более растворов, от материнского источника на десятки и сотни километров и допустить их осаждение, то никакого вещества бокситов не получится в результате разубоживания сторонними продуктами. Руда не будет называться бокситом, если в ней кремнезёма больше чем глинозёма. Поэтому в словах Г.И. Бушинского не опровержение механического переноса материала, а всего лишь тавтология. Расстояние переноса латеритных частиц до мест захоронения не больше сотен метров (в идеальных условиях — до 1-2 км); разубоживание материала на таком пути не успевает произойти. Добавлю также: сколько можно говорить о растворах с алюминием, железом, титаном и др. элементами, если их нет в природных условиях. Сернокислые и другие возможные кислотные растворы не формируют бокситовых залежей, проявляя себя на небольших участках. Скорее всего, они выносят алюминий не из разрушенных горных пород, а из бокситов, ранее сформировавшихся. Минералогия отличается своеобразием.

Словно спохватившись, Г.И. Бушинский через три страницы пишет другое: «Таким образом, новые факты позволяют наметить в теории генезиса бокситов А.Д. Архангельского два существенных изменения. Первое касается необходимости признания значительной роли механических процессов в бокситообразовании (не хватает смелости написать о превалирующей роли, - В.Л.); второе — отнесение подгоризонта красных бокситов Северного Урала к наземным или наземно-пресноводным отложениям». Утверждается, что морская фауна найдена только в верхней части толщи, в так называемом сером или пестроцветном горизонте. «Красные же бокситы не носят следов морского происхождения. По условиям своего залегания в карстовых воронках и закарстованных понижениях они очень сходны с явно континентальными бокситами Ямайки». Возможно, Г.И. Бушинский детально изучал бокситы Ямайки, чего не скажешь об изучении отечественных месторождений. Морская фауна в красных бокситах СУБРа и ЮУБРа есть, надо только не закрывать на неё глаза.

До конца своей научной деятельности Г.И. Бушинский не привёл ни одного доказательства в пользу бокситизации карбонатно-силикатного материала в карстовых воронках на суше. О рецепте этой

4*

смеси уже говорилось. На мои замечания о генезисе ответ Г.И. Бушинского был такой: я ошибочно «приписал» ему латеритизацию исходной смеси в щелочных условиях; перерождение материала происходило в кислых условиях. При такой версии в первую очередь растворялись бы вмещающие известняки, а не силикатные породы, попавшие в них. За счёт каких реакций была создана кислая среда, чему была равна величина pH, как происходило отделение кремнезёма и многие другие вопросы остались без ответа. В письме также говорилось, что морской фауны в красных бокситах СУБРа мало. Эту же «формулировку» стал отстаивать и Е.С. Гуткин.

На 87 страницах следующей своей статьи (1958_2) Г.И. Бушинский в реферативной форме пересказывает многие сведения из большого числа литературных источников.

В расширенном виде они представлены также в книге «Геология бокситов» (1971, 1975). В работе 1975 года на стр. 127 сразу следует откровенное признание: «Латеритно-осадочная теория наиболее полно отвечает современным данным». Далее автор ссылается на свою работу 1964 года, в которой выделены три основных типа бокситов: латеритный, осадочный на силикатных породах и осадочный на карбонатных породах, или карстовый. «Осадочные бокситы представляют собой продукт разрушения латеритов и водно-механического переотложения латеритного материала». Итак, полное повторение взгляда С.Ф. Малявкина на генезис бокситов: есть месторождения первичных латеритов (бокситов) и вторичных – переотложенных механическим путём. В каких геоморфологических условиях происходит накопление осадков, - дело другое: это могли быть и прибрежно-морские (лагуны), и озёрные впадины, и карстовые воронки, и склоны холмов, и суходольные понижения, и вершины оврагов, врезанные в возвышения, и др. Пример размещения месторождений, приуроченных к долинам балочного типа (Тихвинский бокситоносный район) показан на рис. 4. Понятно, что в новых местах залегания латеритный материал мог изменяться (например, терять часть железа или силифицироваться), разубоживаться, перемываться. Каждое месторождение с момента образования до его нахождения и эксплуатации испытывает влияние самых разных сил, в том числе, регионального плана, которые значительно усложняют генетическую реконструкцию. Отсюда и появляются разные точки зрения на конкретику их формирования и сохранения. Сейчас это видно на примере месторождений Тимана. Важно, чтобы обсуждение тех или иных вопросов опиралось на достоверные факты, а не на кабинетные выдумки.

«Раскаявшись» в своих заблуждениях, Г.И. Бушинский написал: «Основным представителем бокситовых залежей является латеритная группа». Тем не менее, и в этой работе он допустил выпад в

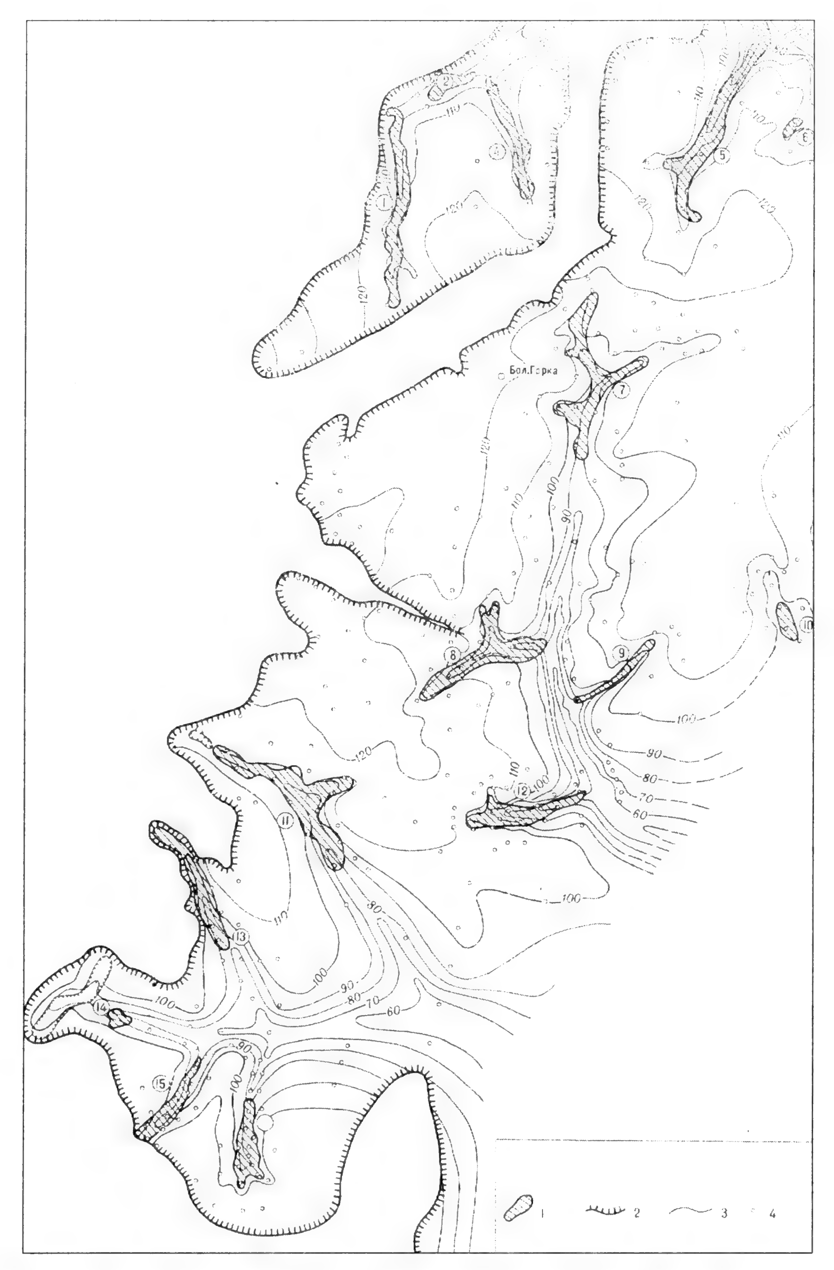


Рис. 4. Схема рельефа поверхности девона Бокситогорского поискового участка с указанием бокситовых месторождений, приуроченных к долинам балочного типа (по данным П.В. Машковой, 1954). 1 - месторождения и рудопроявления бокситов (цифры в кружках); 2 - эрозионная граница распространения нижнекаменноугольных отложений; 3 - горизонтали поверхности девонских отложений (сечение рельефа через 10 м); 4 - буровые скважины

адрес С.Ф. Малявкина: «При дальнейшем изучении тихвинских бокситов выяснилась несостоятельность гипотезы С.Ф. Малявкина». В чём же эта «несостоятельность»? «Очевидно, бокситовый материал поступал из местных источников сноса. Поступление его происходило в виде несортированных тонких и грубых взвесей». «Очевидно» - слово предположительное и своей фразой Г.И. Бушинский лишь намекнул, что материнскими могли быть девонские глины района, как считали А.Н. Волков и С.Г. Вишняков. Для многих бокситовых месторождений, в том числе СУБРа и ЮУБРа, материнские породы с достоверностью не установлены, так стоит ли кого-то обвинять в этом и кричать об их несостоятельности «во всю Ивановскую»? С.Ф. Малявкин проводил разведку тихвинских месторождений в 20-х годах, т.е. в самом начале советской власти. Обратимся к его статье 1936 года (Материалы ЦНИГРИ, сб. 1, с. 19-33): месторождения аллитов Тихвинского района «обязаны переотложению латеритного покрова, образовавшегося на массивно-кристаллических породах Фенноскандии (или же на породах осадочного происхождения, способных давать латериты), до образования осадков песчанисто-глинистой толщи нижнего карбона (C_1)» (делается ссылка на статью 1927 года — «Алюминий и боксит». Обзор минеральных ресурсов СССР, вып. IV). Академик А.Д. Архангельский, в свою очередь, считал, что бокситы образовались из химических растворов, полученных разложением латеритного покрова Фенноскандии или же Воронежской плиты. С.Ф. Малявкин на практике пытался разрешить «вопрос о географическом происхождении материала, послужившего для образования аллитов и сиаллитов и вмещающих их пород». Он не скрывал: «Вопрос о характере и направлении потоков, переносивших суспензию латеритного состава, продолжает оставаться открытым». При изучении морфологических особенностей песчано-глинистой толщи C_1^h было установлено «наличие размывов сиаллито-аллитных тел вслед за их отложением». Профессор полагал также, что площадь, первоначально занимавшаяся такими телами, сильно сократилась под влиянием размывов и это в конечном счёте привело «к своеобразной форме удлинённых тел». Отмечается и следующее: «Чрезвычайно характерными для переотложенных образований являются имеющиеся в аллитах и сиаллитах минеральные примеси, частью акцессорного типа».

Месторождения бокситов Тихвинского района приурочены к песчано-глинистой толще C_1^h, в основании которой залегает мощная свита песков и глин верхнего девона. С литологической точки зрения, по С.Ф. Малявкину, весьма характерным признаком девонских отложений района «является присутствие значительного количества гидрослюд, а также хлорита, как в песках, так и в глинах».

Ссылка на осадочные породы как возможный источник свободного глинозёма (см. выше) – не случайна. В толще C_1^h (мощностью 15-30 м) были выделены два литологических горизонта – верхний, с преобладанием песков над глинами, и нижний – рудный. Последний заключает в себе аллиты, сиаллиты, железные руды и огнеупорные глины. В нём сосредоточены также растительные остатки. Рудный горизонт обнаружен на значительном пространстве – свыше 100 км. Нигде не говорится, что он формировался за счёт материала, принесённого с удалением 100-200 км, как это приписывает С.Ф. Малявкину неизменный критик Г.И. Бушинский. Фенноскандия упоминается в географическом смысле, как природная страна с общей площадью около 1,5 млн. км^2, расположенная на территории Скандинавского и Кольского полуостровов, Финляндии и России (Карелия). Большая часть Фенноскандии находится в пределах Балтийского щита, как выступа докембрийского фундамента в СЗ части Восточно-Европейской платформы. Сложен этот щит породами архея и нижнего протерозоя – гнейсы, кристаллические сланцы и др. Начиная с палеозоя, указывается в энциклопедии, периодически поднимался и являлся областью сноса.

С.Ф. Малявкин в работе 1934 года пишет: месторождения Тихвинского района являются аллювиальными образованиями. Латеритный материал был принесён равнинными реками и отложился в их долинах. Латериты образовались «в самом начале нижнего карбона на изверженных и метаморфических породах Фенноскандии (значительное количество железа в бокситах заставляет предполагать, что главнейшую роль здесь играли зеленокаменные породы типа диабазов Прионежья... Одновременно с привносом потоками из Прионежья тонкой латеритной суспензии происходило размывание песчано-глинистой толщи девона, дававшее примеси, загрязнявшие латеритную суспензию». Сохранность месторождений от разубоживания объясняется тем, что «в момент отложения осадков C_1^h размыв девонской поверхности почти закончился». Наряду с основными минералами Al, Fe, Si (физическая смесь коллоидов) в бокситах оказывались и кристаллические примеси в виде рутила, кварца, циркона, турмалина, гидрослюд.

По генетическому типу, подводит итог С.Ф. Малявкин, Тихвинские месторождения относятся к латеритному типу вторичных месторождений.

Напомню также, что на восточном склоне Балтийского щита, в бассейне среднего течения р. Онеги, в течение 1949-1965 годов были открыты Иксинское месторождение бокситов, Дениславское, Плесецкое и Ширбозёрское рудопроявление, входящие в Северо-Онежский бокситоносный район. Ещё одна серьёзная «промашка» Г.И. Бушинского в его критике.

С.Ф. Малявкин уже в 1921 году возглавил руководство геологоразведочными работами на бокситы в Тихвинском районе и достиг несомненных успехов. А.И. Кривцов (1973) справедливо пишет: «Большая заслуга С.Ф. Малявкина состоит не только в том, что он доказал практическое значение тихвинских бокситов, но также и в том, что он наряду с другими исследователями (Н.С. Курнаковым, Г.Г. Уразовым и др.) внедрил их в промышленность». В 1933 году Днепровский завод начал выпускать алюминий из тихвинских бокситов.

Заслуги Г.И. Бушинского гораздо скромнее – он не занимался разведкой бокситовых месторождений, не имел своего фактического материала. Научные статьи строил на обозрениях: очевидно так, очевидно эдак, вместо серьёзных доказательств.

В книге снова «перелопачивается» химическая гипотеза – «представления А.Д. Архангельского о латеритах и латеритном процессе достаточно своеобразны». В подтверждение «своеобразия» цитируется отрицание возможности образования элювиальных бокситов в верхних частях коры выветривания и многое другое, неоднократно повторенное раньше. В похвалу академику приписывается и то, что основным источником глинозёма он считал латеритную кору выветривания. Это неверное утверждение разобрано мною выше: А.Д. Архангельский признавал лишь распад алюмосиликатных минералов на свободные окислы при латеритном выветривании, но никоим образом не накопление Al, Fe и Ti в коре выветривания. Отрицание элювиальных месторождений бокситов как раз и означает непризнание латеритной коры как накопителя минералов свободного глинозёма, двуокиси титана, оксидов и гидроксидов железа с последующим переносом их механическим путём и формированием осадочных месторождений. С непонятным упорством наступал Г.И. Бушинский в вопросах генезиса бокситов на «одни и те же грабли». Он совершенно игнорировал огромный багаж сведений о химии алюминия и сопутствующих ему элементов в гипергенных условиях земной коры и, в частности, при образовании бокситов.

4. А.И. Кривцов с подновлённым вариантом хемогенной гипотезы и некоторые вопросы минералообразования

К середине 50-х годов XX века несостоятельность хемогенной гипотезы происхождения бокситов, которую так долго и упорно защищали А.Д. Архангельский и его сторонники, была полностью доказана. Стало очевидным, что открытие ряда бокситовых месторождений в СССР искусственно связывалось с упомянутой гипотезой, «честь» которой отстаивали целые коллективы научных сотрудников. Одним из последних защитников ее, не прятавшего своих взглядов, был А.И. Кривцов из ВСЕГЕИ. В течение 1968-1973 годов вышли три его книги по бокситам, достаточно ёмкие и интересные. Последнее не относится к вопросам генезиса. С новых теоретических позиций, как считает этот автор, хемогенно-осадочная гипотеза А.Д. Архангельского получает более глубокое обоснование, является наиболее прогрессивной и плодотворной из всех ныне существующих. В первой книге (1968) на 45 страницах снова и снова повторяется всё то, что многажды было опровергнуто.

Основной упор делается на почвенные органические кислоты, которые якобы в массовом количестве выносят из монтмориллонитового профиля коры выветривания все те элементы, которые входят в состав бокситов — алюминий, железо, титан и др. Латеритные коры и особые климатические условия для их развития не нужны — «вполне допустимо образование бокситов и формирование их месторождений вне тропической и субтропической климатических зон при всех прочих благоприятных для этого условиях».

Казалось бы — безобидное допущение. Но из него следует вывод: необходимо перенести поиски бокситов во все геологические периоды вне зависимости от палеоклимата, при котором латеритное выветривание даже невозможно. На совещании по генезису бокситов в апреле 1965 года (г. Москва) академик Н.М. Страхов хотел высказать свои замечания по этому поводу, но автор «обновленной» гипотезы впал в истерику и, таким образом, «защитился» от критики.

В книге А.И. Кривцов признаёт, что наиболее важную сторону хемогенно-осадочной гипотезы А.Д. Архангельского он видит в допущении выноса алюминия из коры выветривания не латеритного типа, т.е. до отсутствия в ней скоплений минералов свободного глинозёма. Именно это положение стремился развить он дальше, ничего не добавив в вопросы геохимии элементов в составе бокситов (Al, Fe, Si, Ti, Zr и др.). Если даже согласиться с мизерным выносом алюминия в комплексе с органическими кислотами, то как представить на этой основе формирование промышленных месторождений бокситов? Ведь в их состав входят многие элементы, совершенно не похожие по своей миграционной способности. Позволю себе не детализировать вопросы химии их в растворах гумусовых кислот, а также неорганических.

Схема образования бокситов, исходя из латеритной гипотезы, изложена во многих статьях отечественных и зарубежных авторов, в том числе – в нашей книге. Эта гипотеза – единственная, которая объясняет все вопросы появления элювиальных месторождений и переотложенных механическим путём (латеритно-осадочных).

Карбонатные породы, по А.И. Кривцову, играют роль не только коллекторов (в них образуются карстовые и эрозионно-карстовые впадины), но и нейтрализуют кислые растворы, которые из незрелых кор выветривания в умеренных широтах, где исключена возможность образования латеритов, выносят все элементы, составляющие бокситы. За счёт каких реакций «незрелая кора» отдаёт такие, не похожие по свойствам, элементы, А.И. Кривцов не поясняет. Локальные накопления гиббсита, выпавшего из сернокислых растворов, давно известны, но в ассоциации с ним практически нет минералов железа, титана и др. Автор особо подчёркивает, что продукты глубокого физико-химического выветривания являются основой для выноса из них глинозёма. В последнюю стадию, по его мнению, образуются минералы каолинитовой группы.

Очевиден дуализм А.И. Кривцова – с одной стороны, признаются латеритные коры с минералами свободного глинозёма, с другой – вынос глинозёма из кор выветривания монтмориллонитового (или гидрослюдистого) состава. Если же монтмориллонит переходит в каолинит, то последний не разлагается на кремнезём и глинозём. Формула каолинита – $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$; в монтмориллоните кремния, по отношению к алюминию, больше - $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot 2H_2O$. Для разложения последнего на составляющие с выносом кремнезёма потребуются большие энергетические затраты, к тому же, неизбежно наступит соотношение SiO_2/Al_2O_3, равное 2/1, т.е. отвечающее каолиниту.

Рассмотрим кратко одну из основных групп породообразующих минералов – плагиоклазы. В альбите содержится 19,44% Al_2O_3 и

68,74% SiO_2 (отношение SiO_2/Al_2O_3 равно 3,54), в 50%-ной смеси альбита и анортита – соответственно 28,05 и 55,96% (2,00) и в последнем: 36,65 и 43,19% (1,18). В монтмориллоните Al_2O_3 равно 26,95% и SiO_2 63,53% (отношение 2,36). Таким образом, только кислые плагиоклазы до средних могут изменяться в направлении монтмориллонита с отдачей в раствор кремнезёма; из средних же плагиоклазов и, тем более, основных – должен опережающе выноситься глинозём. Уже в 50%-ной смеси Ab и An глинозёма больше, а кремнезёма намного меньше, чем в монтмориллоните. В породах же из группы габбро-базальта и диорита-андезита преобладают основные плагиоклазы до лабрадора (в нём 50-70 анортитовой молекулы), богатые глинозёмом.

В латеритной коре десиликация протекает без образования устойчивого каолинита с параллельной кристаллизацией гиббсита из коллоидного геля глинозёма. В каолините Al_2O_3 равно 39,50% и SiO_2 46,55%. Эти цифры близки к таковым в анортите.

Введение монтмориллонита как репродуцента свободного глинозёма в условиях умеренного климата и составляет «новизну» добавлений А.И. Кривцова к хемогенной гипотезе А.Д. Архангельского. В части каолинита, как указано выше, он присоединился к сторонникам латеритной гипотезы; этот минерал большинство специалистов не считает промежуточным на пути к гиббситу. По В.Н. Разумовой (1966), гиббсит следует за гидрохлоритом.

В латеритной коре гиббсит образуется выше уровня грунтовых вод. Ниже этого уровня преобладает, в основном, каолинит. Зарождается зональность, которая находит позже своё отражение в строении бокситовых залежей.

В нашей книге (2004) изложена точка зрения о возможности латеритного выветривания и в докембрии. Для глубокого преобразования пород необходимы вода и тёплый переменно-влажный климат. Более детально следует изучить древние отложения, не связывая их образование с развитием органической жизни. Гумусовые кислоты в малой степени влияют на разложение алюмосиликатных минералов и в большей – на минералы бокситов. Постепенно выносят железо, часть алюминия и многие редкие элементы. При этом терригенные минералы почти не затрагиваются. В маложелезистых бокситах происходит, как правило, накопление титана, циркония и других малоподвижных элементов. Если же бокситы попадают под действие растворов с кремнезёмом в процессе инфильтрации поверхностных и грунтовых вод, то они силифицируются и теряют не только свой облик, но и свою значимость как сырьё для алюминиевой промышленности. На Северном Урале образование «тигровых бокситов», очевидно, связано не с влиянием поверхностного выветривания, а с действием гидротермальных растворов.

В Советском Союзе поисковые работы часто проводились не ради открытия новых месторождений, а с целью выполнения объёмов буровых работ. В таком же ключе, без должной ответственности, выдавали свои рекомендации и многие «прогнозисты» из научных институтов. Для реализации их проектов требовались миллиарды советских рублей (Б.А. Тюрин, В.А. Лейпциг, В.А. Броневой и др.). Понятна тревога современных руководителей России за низкое качество научных работ и малую увязку их с практической деятельностью.

Слова А.И. Кривцова о том, что в СССР весьма слабо были развиты экспериментальные исследования в части гипергенных процессов, включая возможности бокситообразования в различных геологических условиях, справедливы. Они в равной мере относятся и к ВИМСу, и к ВСЕГЕИ, и к многим другим институтам. Следует добавить, что до сего времени нет отдельных солидных монографий по геохимии алюминия, железа, титана и многих других элементов в поверхностных условиях земной коры. А без достаточно проработанной теоретической базы не может успешно развиваться и практика поисковых работ. Больше того, в настоящее время вся геологическая служба России находится в упадке (как и многие другие важные службы). Правительству пора осознать, что сырьевая база должна развиваться постоянно, иначе наступит время кризисов.

В обоснование «своего» варианта хемогенной гипотезы А.И. Кривцов ссылается на эксперименты Е.П. Левандо и др. (1966). Изучалась растворимость метапикрита и хлорит-амфиболового сланца в природных органических кислотах. Последние были получены в двух вариантах: из лесной подстилки в ельнике-черничнике опытного лесхоза отжимался естественный раствор весной и осенью. Искусственной обработкой pH растворов доводился до 3,0. С большими сложностями была получена также кислотная фракция из торфянисто-подзолистой гумусово-иллювиальной почвы (pH раствора 2,5-2,7). Она, по данным авторов, имела типичные признаки фульвокислот. Опыты с растворами из лесной подстилки показали, что весенние и осенние препараты органических кислот оказывают разное действие на одни и те же породы. Иначе действуют и кислоты из иллювиально-гумусового горизонта. В итоге получилось, что в раствор из подстилки переходит мало кремнезёма и много глинозёма. Для фульвокислот – картина обратная. Авторы признают, что степень выноса элементов зависит «с одной стороны, от природы образующихся химических соединений и их растворимости, с другой – от состава и физико-химических свойств пород». И еще: «Хотя экспериментальные данные показывают возможность образования растворимых органических соединений алюминия, остаётся совершенно неизученным вопрос об устойчивости этих растворов,

а следовательно, и их миграционной способности в смысле дальности переноса от источника сноса» (разрядка моя. – В.Л.). Можно заключить: в стенах ВСЕГЕИ проведена хорошая лабораторная работа, но она никоим образом не моделирует природные процессы. Латеритное выветривание горных пород началось в докембрии и продолжается сейчас, независимо от наличия опытных лесхозов и от того, признают ли «учёные мужи» законы природы или отвергают их. А.И. Кривцову не следовало бы рекламировать «обновлённую» хемогенную гипотезу с опорой на описанные выше опыты.

Ряды подвижности элементов, которые приводят Е.П. Левандо и др. по результатам своих опытов, вызывают большое сомнение. Не исключено, что в корах выветривания сланцев на стадии гидрохлоритов из Северо-Онежского бокситоносного района, был гиббсит. Именно этот минерал быстро отдаёт свой алюминий в кислые и щелочные растворы. Нарушить же кристаллохимическую связку алюминия и кремния в минералах вряд ли могут гумусовые кислоты. В свою очередь, А.И. Кривцов признаёт: «При помощи органических кислот свободные гидраты глинозёма (ошибка в терминологии. – В.Л.) могут быть вынесены в небольших количествах из коры выветривания каолинитового типа» по хлорит-амфиболовым сланцам.

Для выветривания горных пород (после их физического разрушения) достаточно того, что в процессе гидролиза воды образуются ионы H^+ и OH^-. Присутствие других агентов (CO_2, органические и неорганические кислоты и др.) не обязательно. Это всего лишь дополнительные участники выветривания, а не основные. Латеритные коры могли формироваться и в докембрии. Если криптозойский эон (эонотема) имеет продолжительность свыше 3,5 млрд. лет, то на весь фанерозойский эон приходится всего 570 млн. лет, а на отдельные геологические периоды палеозойской и мезозойской эр (эротем) – по нескольку десятков млн. лет. Так, девонский период длился 55 млн. лет, каменноугольный – 65, столько же меловой – 66. Именно с этими периодами связано формирование многих крупных месторождений бокситов. Суть не в продолжительности латеритного выветривания (хотя оно может длиться долго: в отдельных районах развивается и сейчас – в кайнозое также известны довольно крупные месторождения), а в условиях сохранения латеритных продуктов от размыва в последующее время. Чем древнее отложения, тем меньше шансов найти в них элювиальные бокситы. Геологические катаклизмы уничтожают элювиальные продукты, переотлагая их чаще всего механическим путём и разубоживая. Осадочные месторождения образуются при условии подходящего субстрата. Всякого рода понижения должны обеспечивать надёжное захоронение материала и сохранность его от размыва.

Площади, занятые силурийскими и более древними отложениями, представляют значительный резерв для масштабных геологических работ и открытия новых месторождений полезных ископаемых. Понятно, что работы надо акцентировать на выявлении промышленных запасов сырья и не гнаться за объёмами буровых работ.

В генетическом плане, по моему мнению, существуют только две группы бокситовых месторождений: элювиальные латериты и механически переотложенные. А.И. Кривцов, в соответствии со своей гипотезой, отстаивает группу хемогенно-осадочных месторождений, помещая их в условия умеренно-влажного и относительно тёплого климата. Конкретные примеры таких месторождений не приводятся. Марк Катон в своё время постоянно кричал в Сенате, что Карфаген должен быть разрушен. С таким же постоянством А.И. Кривцов «поносит» гипотезу С.Ф. Малявкина, пытаясь найти в ней слабые стороны. Он пишет: нет достаточных оснований принимать её в полном объёме. Аргументы А.И. Кривцова с достаточной полнотой опровергнуты до меня. Остановлюсь лишь на одном вопросе — где и как формируются бобовины? Да, они отражают перемещение алюминия и железа в коллоидных и истинных растворах, которое происходит по профилю латеритной коры, а не за её пределами. Упомянутые элементы мигрируют на расстояние в несколько метров, формируя кирасу и горизонт железистого латерита; ниже этого горизонта, вплоть до уровня грунтовых вод, их миграция менее значима — величина отношения Al/Fe становится близкой к таковой в материнских породах. Ниже уровня грунтовых вод развиваются глинистые продукты с выносом из них щелочных элементов, щелочноземельных и частично железа. Строение латеритного профиля меняется в зависимости от материнских пород. Г. Бардошши и Г. Алева (Bardossy, Aleva, 1990) представляют обобщённый разрез в следующем виде (мощность в метрах): 0-2 — почвенный слой, 0-5 — кираса, 1-30 — боксит, 1-100 — сапролит, ниже — маломощная кора слабо выветрелых пород и материнские породы. Кирасу, часто разрушенную, и боксит авторы называют латеритом — это зона накопления оксидов и гидроксидов железа и гидроксидов алюминия, а термином сапролит — зону выноса подвижных элементов. Разной мощностью горизонтов подчёркивается изменчивость последних в зависимости от климатических условий, основности пород, геоморфологических и других факторов.

При размыве такого профиля выветривания подавляющая масса материала будет обломочной (вплоть до частиц суспензионной размерности), а незначительная — в виде коллоидных и истинных растворов окажется сопровождающей первые и сыграет роль цемента в местах их переотложения. Суть, таким образом, сводится к переизмельчению и частичному растворению гидроксидов алюминия и

железа, а не к растворению глинистых минералов из зоны выщелачивания (каолинит, гидрохлорит и др.), в которых Al и Si остаются ещё в кристаллохимической связке.

В латеритно-осадочных месторождениях бокситов можно наблюдать материал разной крупности — до валунов и стволов деревьев. В полировках образцов видно, что бобовины большей частью разрушены в процессе размыва латеритной коры и переноса материала. Железисто-кремнистые бобовины формируются, как правило, в пострудную стадию, за пределами бокситовых месторождений.

Е.В. Рожкова и Н.В. Соловьёв (1936) правильно объяснили формирование бобовин за счёт коллоидных растворов: чем ниже концентрация алюминия и железа в них, тем крупнее бобовины (среда кислая: $pH > 4$) и наоборот — при высоких концентрациях (среда щелочная: $pH > 7$) — бобовины мелкие, в пределах первых миллиметров в диаметре, вплоть до образования гелевых структур. При отложении латеритного материала с минералами свободного глинозёма в озёрно-болотные понижения формируются бобовины и в условиях диагенеза. Попадая в неравновесную физико-химическую систему с водой и органикой, часть материала будет растворяться. После достижения определённой концентрации в наддонной воде ионы алюминия и железа вернутся в иловый раствор с образованием в нём бобовин, устойчивых в твёрдой фазе осадка. Но это уже совершенно другой процесс, связанный с частичным преобразованием бокситового материала, принесённого механически, но изменённого в новой обстановке за счёт химических реакций. Такие реакции не являются доказательством выноса Al и Fe в растворах из незрелых кор выветривания, в минералах которых Al и Si находятся ещё в «жёсткой» связке. Наличие шамозита (в общем случае лептохлоритов) подтверждает химические реакции в осадках в стадию диагенеза с участием кремния, алюминия, железа и других элементов.

Хотя А.И. Кривцов признаёт, что масштабы будущих месторождений бокситов определяются мощностью и площадью их элювиальных залежей, он, тем не менее, азартно доказывает прогрессивность хемогенно-осадочной гипотезы, особенно сдобренной его соображениями. С позиций этой гипотезы, пишет он, гораздо короче перерыв «между началом корообразования и моментом зарождения бокситовых месторождений». Уже на стадии глинистой коры с монтмориллонитом, при участии водорастворимых перегнойных кислот, идёт якобы вынос «свободных гидратов глинозёма (надо понимать, вероятно, вынос гиббсита, бёмита или диаспора? — В.Л.) в область седиментации и с хемогенно-осадочным его (или их? — В.Л.) накоплением в этой области». Получается, что богатый по кремнезёму монтмориллонит должен разложиться и, в первую очередь, отдать на вынос свой глинозём, т.е. то же, о чём писал А.Д. Архангельский.

Всё это так же «справедливо», как фамилия Абрикосов лучше фамилии Яблоков, только потому, что буква «Я» стоит в конце русского алфавита. Суть позиции А.И. Кривцова ясна: надо расширить площадь поисков бокситовых месторождений за пределами древних тропических и субтропических областей, т.е. вне территорий, где возможны процессы образования латеритов. На проверку таких идей потребовались бы очень большие деньги и вряд ли кто-либо захотел их потратить без всяких шансов на положительный результат.

Обоснование А.И. Кривцовым своего варианта хемогенной гипотезы с позиций геохимии Al, Fe, Ti, Zr и др. элементов является абсолютно неубедительным. Нет смысла критиковать его, приводя общеизвестные сведения.

В дополнение к сказанному, кратко остановлюсь на общих вопросах выветривания и минералообразования, в том числе – в зависимости от климатических условий. А.И. Кривцов пытается отойти от латеритных кор и тех погодных условий, которые необходимы для формирования таких кор как источника и накопителя протовещества бокситов.

Многие авторы подчёркивают тесную связь выветривания и почвообразования с растительным и животным миром. Считается, что в большом круговороте веществ (при участии материала, слагающего земную кору материков и океанов) основная роль принадлежит лучистой энергии Солнца, а её преобразование в потенциальную химическую энергию обязано живому веществу биосферы. «Жизнедеятельность растительных фотосинтезирующих организмов, - пишет В.А. Ковда (1976), - их взаимодействие с животными организмами и неживой природой – наиболее общая форма фиксации, накопления и перераспределения космической энергии, поступающей на Землю». И растительность, и всякого рода микроорганизмы ускоряют выветривание. В литературе много фактов, подтверждающих это. Корни растений, например, поставляют в почву водородные ионы, меняя их на катионы металлов. В среднем они составляют около 50% общей фитомассы суши. Биомасса микробного населения почв, по В.А. Ковде, достигает кумулятивно за один год 20-50 т/га, что значительно превышает наземную часть растительности. Продуцируются гумусовые кислоты и различные ферменты – высокомолекулярные катализаторы белковой природы. Органический мир сильно влияет на концентрацию водородных ионов, окислительно-восстановительный потенциал среды и в целом – на скорость разложения породообразующих минералов, особенно – за счёт комплексообразующих кислот. Органическое вещество почвенного покрова (гумосферы) обладает колоссальным запасом потенциальной энергии – около $1,2 \cdot 10^{19}$ ккал, по Л.Е. Родину и др. (1974). Значительная часть этой энергии, запасы которой воспроизводятся, идёт на

осуществление процессов выветривания. Велика роль живого вещества в процессах осадконакопления и диагенеза. Годовая продукция живого и мёртвого органического вещества на суше составляет внушительную цифру: $5367 \cdot 10^9$ т (Родин и др.). Не следует только забывать, что выветривание горных пород обязано, в первую очередь, дождевой воде, с постоянной диссоциацией её на ионы H^+ и OH^-. В одном литре воды, как установлено простыми расчётами, количество ионов водорода (столько же гидроксила) составляет $6{,}02 \cdot 10^{16}$. «Голый» протон (свободный водородный ион — H^+) в растворе моментально связывается с молекулой воды, образуя оксоний — H_3O^+. В итоге такие одновалентные катионы могут замещать щёлочи и щелочные земли и приводить тем самым к исчезновению первичных минералов. Не остаётся свободным и гидроксил. Предполагается его гидратация одной или тремя молекулами воды: $OH^- + H_2O = H_3O_2^-$, $OH^- + 3H_2O = H_7O_4^-$. При взаимодействии ионов алюминия и железа с гидроксилом образуются гидроксиды этих металлов. Гиббсит устойчив, тогда как гидроксиды железа чаще всего переходят в гематит. Латеритное выветривание протекает в тропически-влажных условиях. Главенствующая роль воды как агента выветривания несомненна. В огромных объёмах поступает она на поверхность горных пород, хотя реакционная способность её незначительна в сравнении с органическими кислотами.

Образование гиббсита и бёмита при латеритном выветривании В.М. Синицын (1975) связывает с разными гидротермическими режимами климата. Упомянутые минералы, по этому автору, можно встретить в месторождениях одного стратиграфического уровня и в местах с разными тектоническими условиями. С приближением к тропическим пустыням в латеритных корах ферритного типа отмечается повышенное содержание бёмита. Латериты же влажных тропиков имеют чисто гиббситовый состав. По профилю элювиальных латеритов N-Q возраста наблюдается такая закономерность: бёмит полностью отсутствует в каолинитовом литомарже, мало его в смежном ферралитном горизонте и много в железной кирасе, образование которой обязано сезонной сухости. Подобное распределение характерно и для минералов железа — от $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ до гётита и гематита. В сиаллитном типе кор выветривания, формирующемся под влажным тропическим лесом, бёмита нет, редок он и в ферралитном типе влажных саванн, но в значительном количестве присутствует в ферритном типе, характерном для сухих саванн. Образованию бёмита в этих условиях благоприятствует переходный от субэкваториального к тропическому климат: сумма атмосферных осадков составляет 700-1000 мм в год, длительность сухого периода — 3-5 месяцев при суточной т-ре около 30°С и годовым радиационным балансом 60-70 ккал/$см^2$. Поверхностный горизонт коры в сухой

сезон нагревается до 55-60°С, тогда как на уровне стояния грунтовых вод т-ра пород в три раза меньше. В условиях увлажнения и последующего высыхания начинается интенсивное капиллярное движение грунтовых растворов снизу вверх с отложением принесённых веществ в коллоидной форме. В дальнейшем происходит обезвоживание и кристаллизация минералов алюминия и железа (гётит, гидрогематит, в небольшом количестве бёмит). Мощность железной кирасы в условиях сухой саванны (ферритный тип выветривания) достигает 10-15 м. В опустыненной саванне с количеством осадков до 500 мм в год и продолжительностью сухого сезона до 6-7 месяцев, латериты ферритного типа сменяются, по В.М. Синицыну, аридными красноцветами. Их венчает гипергенно-метасоматическая карбонатная корка. Предполагается, что бёмит образуется в сухой сезон под действием солнечной радиации за счёт дегидратации гиббсита, «когда большое развитие получают фильтрационный метасоматоз растворов, подсасываемых к поверхности по капиллярам. Гиббсит же образуется во влажных климатах при коротком и, нечётко выраженном, сухом периоде (не более 1-2 месяцев)». Вряд ли генетические соображения этого автора отвечают действительности, особенно в части двоякой природы гиббсита. В одних случаях, как полагает В.М. Синицын, этот минерал является продуктом выветривания алюмосиликатов, минуя промежуточную каолинитовую стадию, в других – «может быть и продуктом распада каолинита в жарком тропическом климате». Не углубляясь в детали, выскажу своё мнение. Если в ряду железистых минералов заметна чёткая последовательность от $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ до моногидроксидных форм и дальше до гематита, то в ряду минералов свободного глинозёма её нет. И гиббсит, и бёмит, и диаспор, и корунд не находятся в сопряжённой связке. Каждому минералу отвечают свои специфические условия кристаллизации. Попытки объяснить генезис перечисленных минералов с позиций дегидратационной и гидратационной гипотез (от гиббсита до корунда и наоборот – от корунда до гиббсита) не имели успеха, т.е. признания у специалистов. Не оправданы указания на возможность перехода бёмита в гиббсит, а также образования последнего по каолиниту. Вывод об условиях формирования смешанных каолинит-гиббситовых продуктов выветривания заслуживает внимания. Таким условиям отвечает большая масса атмосферных осадков – 1500-2000 мм в год, при очень коротком и неясно выраженном бездождье, «когда увлажнение не бывает меньше испарения даже в течение одного месяца в году», в результате чего поля устойчивости каолинита и гиббсита сближаются. В экваториальном климате с количеством осадков больше 2000 мм в год и постоянно избыточном увлажнении гиббсит может растворяться. Взаимодействие ионов алюминия с кремнекислотой приводит к синтезу каолинита. Процессы трансформации

латеритов в сиаллиты — явление не редкое. Кроме изменения переменно влажного климата на постоянно влажный ресилификации латеритов-бокситов способствует подъём уровня грунтовых вод. Растворимость каолинита в природных водах (слабо кислых или слабо щелочных) по сравнению с гиббситом мизерна. По этой причине, вероятно, и наблюдается односторонний переход гиббсита в каолинит. Другие авторы считают реакцию обратимой. Серьёзных доказательств этому нет. Тем не менее, считаю необходимым более подробно рассмотреть вопрос о возможности образования гиббсита за счёт каолинита.

Весьма интересные и важные соображения о механизме выветривания изложены Е.Г. Куковским (1976). Породообразующие минералы, по этому автору, с потерей своих катионов уменьшаются в объёмном весе при сохранении всех деталей структурных признаков. В конечном итоге происходит унификация в одной структурной постройке — «слой только с алюминием в октаэдрах, кремнием — в тетраэдрах и межмолекулярным взаимодействием смежных слоёв».

Это справедливо на стадии образования «нормальных» кор выветривания, когда связь Al-Si в минералах сохраняется; при латеритном же выветривании Si уходит в раствор, а Al формирует свою минеральную форму. Идёт не растворение исходных минералов, а последовательное разложение их с выносом основных катионов в определённой последовательности — щёлочи, щелочные земли, кремний, с одновременным обособлением Al, Fe и ряда сопутствующих элементов в собственных минералах, благодаря взаимодействию с ионами H^+ и OH^-. Присутствие других ионов возможно, но не обязательно для процессов выветривания с выносом кремния. Здесь же отмечу, что Fe раньше, чем Al формирует свои гидроксиды, в первую очередь, вероятно, гётит, который позже переходит в гематит.

В соответствии с кристаллической структурой одни алюмосиликаты будут выветриваться быстрее, другие — медленнее. В дальнейшем пути-дороги элементов, перешедших в раствор, могут или сближаться или сильно расходиться.

Все элементы, присущие бокситам, нельзя относить к «гидролизатам». Титан и цирконий, например, не принадлежат к этому объединению. Они остаются в изначальных своих минералах как акцессорные, или выступают в новообразованиях как оксиды. Даже элементы третьей группы, казалось бы, типичные гидролизаты, как Al и Ga, с одной стороны (подгруппа IIIб), и Sc, Y, TR, с другой (IIIa), стабилизируются с разной скоростью и в разных минеральных формах — три- и моногидроксиды и даже оксиды.

Причиной выветривания, как известно, является неравновесное состояние минеральных форм литосферы на границе с атмосферой и гидросферой. Солнце, воздух и вода — не только источники

органической жизни, но и основные преобразователи неорганической природы.

Относительно высокая подвижность жидкой фазы, по Е.Г. Куковскому, «создаёт постоянно высокий градиент концентраций структурообразующих катионов на границе раздела и как следствие – их диффузионный дрейф из твёрдой фазы в жидкую, затем в потоке последней из зоны выветривания». Поверхность минералов является главным фактором в их изменении. Чем больше поверхность, тем больше контакт с жидкой фазой и тем интенсивнее идёт выветривание минералов. Энергия активации, необходимая для диффузии катионов, прямо зависит от температуры. Сама же диффузия ограничивается пределами поверхностного слоя, для разрушения которого требуется, по Дж. Маннингу (1971), энергия в несколько раз меньше, чем для объёма. Разрушение минералов (диспергирование) зависит от их коэффициентов термического расширения. Латеритному выветриванию как раз и способствуют высокие годовые температуры, при разности их в дневные и ночные часы, а также в условиях смены дождливых и засушливых сезонов.

С адсорбцией молекул жидкой фазы на поверхности твёрдой понижается прочность последней. Такие молекулы, по П.А. Ребиндеру (1958), создают эффект расклинивающего давления в микротрещинах и на дефектах слоя. Особенно проявляют себя органические молекулы, обладающие большей поверхностной активностью в сравнении с молекулами воды. Деформация поверхностного слоя, по Е.Г. Куковскому, в значительной мере обязана дефектности минералов высоких температур и давлений. За счёт разного рода примесей, как изоморфных, так и механических, структура этих минералов является разупорядоченной. Границы структурных блоков – наиболее активные адсорбционные центры. По ним-то и проявляется наиболее эффективно расклинивающее действие молекул. «Диффузионная подвижность структурных катионов сквозь поверхностную сетку кислородных атомов в направлении градиента концентрации разрешается благодаря значительно более низкой энергии активации, чем в объёме фазы». С отделением изменённого поверхностного слоя от основного тела кристалла обнажаются более глубокие слои и процесс инконгруэнтного растворения твёрдой фазы идёт дальше. Отчуждение слоя (с балансом катионов алюминия и кремния) «протекает постоянно благодаря анизоструктурности новообразованных форм и их предшественников». Новая структурная модификация, как полагает Е.Г. Куковский, «образуется без нарушения упаковки кислородных атомов в пределах размеров когерентной субмикроскопической области и на толщину не более двух-трёх анионных сеток, судя по толщине каолинитового слоя». Органические молекулы, по этому автору, могут удерживать в растворе

на один-два порядка больше алюминия, который в данном случае становится инконгруэнтным по отношению к кремнию. Кроме высокой поверхностной активности и более эффективного расклинивающего действия такие молекулы способствуют и хелатному комплексообразованию.

С уходом в раствор подвижных компонентов полный химический потенциал сохраняется благодаря внедрению водородных ионов (протонов). Будучи весьма подвижными в поверхностном слое твёрдой фазы, такие ионы «при исключительно низкой энергии активации (туннельный эффект) легко распределяются по внутрислоевым зарядовым неоднородностям в пределах каждой когерентной области».

Стадийные изменения породообразующих минералов приводят в конечном итоге к образованию слоистых (каолинит, галлуазит, гиббсит) и псевдослоистых (бёмит, гётит) структур. Такая закономерность, по Е.Г. Куковскому, следует «из возможности диффузионного дрейфа структурообразующих катионов только в пределах поверхностного слоя твёрдой фазы». Формирование слоистой структуры завершается при полной компенсации внутрислоевых зарядов и дальнейшие взаимодействия со смежными анионными сетками обеспечиваются посредством межмолекулярных сил.

Образование каолинита соответствует кристаллохимическому принципу академика Н.В. Белова, согласно которому состав и строение кремнекислородных радикалов диктуются размерами структурных катионов. Для алюминия в этом минерале «соразмерность с ребром одиночного кремнекислородного тетраэдра считается наиболее совершенной, что предполагает их «энергетически самую выгодную композицию». Именно такая связь и обеспечивает неподвижность алюминия в «нормальных» (глинистых) корах выветривания горных пород, вопреки мнению А.Е. Ферсмана и А.Д. Архангельского о высокой миграционной способности этого элемента.

Структурные полиэдры, в которых нарушены номинальные межатомные расстояния и не соблюдается строгая соразмерность катионов с рёбрами кремнекислородных радикалов, не сохраняются при выветривании. В общем случае, чем больше катионов входит в состав минерала, тем менее совершенна его кристаллическая структура и тем быстрее он будет выветриваться.

В продуктах выветривания, заключает Е.Г. Куковский, «отражена такая система, где предельно сближаются природа, состав и состояние фаз; химический потенциал приближается к нулю; поверхность раздела теряет чёткую определённость».

Я уделил большое внимание работе украинского автора, так как в ней впервые заметны отход от общих фраз о природе выветривания и желание серьёзно обосновать механизм изменения минералов.

Что же касается представлений этого автора о латеритном выветривании, то они изложены путано и неправдоподобно. Он, в частности, пишет: «в подавляющем большинстве случаев образованию бокситов явно предшествует каолинизация исходных пород с отчётливым постепенным замещением каолинита минералами свободного глинозёма. Поэтому можно без преувеличения считать каолинит потенциальным источником свободного глинозёма при формировании латеритного боксита». В научной литературе достоверных фактов образования гидроксидов алюминия за счёт каолинита нет. Утверждение о наиболее совершенной структуре каолинита, с её самой выгодной энергетической композицией справедливо. В сотнях известных месторождений каолина гидроксиды алюминия отсутствуют. В латеритных корах гиббсит находится выше, а каолинит – ниже уровня грунтовых вод. Разрыв остаточной связи Al-Si в изменённых минералах возможен, вероятно, лишь на стадии иллита, с его неупорядоченной структурой. При латеритном выветривании, в отличие от «нормального», катион кремния мигрирует по тем же законам, как и его партнёры – щелочные и щелочноземельные элементы. Этому способствуют факторы тропического климата, в первую очередь, смена сухих сезонов влажными, что неоднократно подчёркивали многие исследователи. В латеритном профиле коллоидальный глинозём поднимается вверх, где и формируется (кристаллизуется) тригидроксид, тогда как кремний в виде H_2SiO_3 или H_4SiO_4 (мета- и ортокремневая кислоты) уносится с промывными водами. В природе имеет место дебокситизация, по другому – ресилификация, когда гидроксиды алюминия растворяются и вместе с кремнекислотой образуют эпигенетический каолинит. Идёт процесс, обратный тому, который предполагает Е.Г. Куковский. По существу, этот автор недалеко отошёл от версии, изложенной мною выше в части преобразования иллита (гидрослюды). Он признаёт, что наиболее легко преобразуются в гиббсит и бёмит (вряд ли сразу возникает моногидроксид. – В.Л.) каолиниты «с несовершенной кристаллической структурой». Но если решётка Al-Si минерала не отвечает каолинитовой, то незачем и называть его каолинитом. Не «спасает» и такое объяснение: «Воздействием на такую структуру органических молекул, частиц золя гидроокислов железа и других факторов в условиях интенсивного дренажа достигается наибольший эффект структурного преобразования вопреки наиболее высокой энергетической выгодности каолинитовой структуры в гипергенных условиях». Для латеритного выветривания органические кислоты не обязательны. Нет надобности привлекать и гидроксиды железа. В нефелиновых сиенитах, например, железа мало, а бокситы по ним образуются прекрасные. Не ясно, о каких «других» факторах идёт речь, способных повлиять на структуру каолинита. В глинах

с большим количеством гумусовой органики, которые мы изучали в месторождениях Казахстана, каолинит ассоциирует с гиббситом так же, как и в обычных железистых бокситах. Е.Г. Куковский правильно пишет, что «биологическая активность при выветривании дофанерозойских пород вряд ли может принята во внимание». Замечу, что природные органические кислоты не в состоянии разложить каолинит.

В целом, статья Е.Г. Куковского весьма интересна. Принципиальные моменты в ней следующие. 1. «Механическая работа деформации, сопровождающаяся адсорбционным понижением прочности, является основной движущей силой постепенного перевода объёма твёрдой фазы в состояние поверхностного слоя». 2. В основе массопереноса – «концентрационный диффузионный дрейф структурных элементов или их комплексов». 3. «В условиях «нормальных» температур экзогенных процессов диффузионным потоком управляет высокий градиент концентраций на поверхности раздела фаз, поддерживаемый нестационарностью системы». 4. Величина площади поверхности твёрдой фазы является самым важным параметром при выветривании.

5. Вулканогенная гипотеза К.К. Зеленова с привлечением геохимии титана

В советской литературе долго обсуждалась вулканогенная гипотеза образования бокситов в интерпретации К.К. Зеленова. В работах этого автора (1958-1972 годов) было показано, что в ультракислых хлоридно-сульфатных водах из областей современного вулканизма довольно много алюминия и железа, в том числе в водах, которые достигают морских бассейнов. Позволю себе не приводить таблицы анализов. В большей части из них отсутствует титан – третий постоянный элемент бокситов. Его носителями являются анатаз, рутил, ильменит и магнетит; последний – с мелкими включениями титановых минералов. Такие включения (ильменита, ульвошпинели, рутила и др.) являются, в основном, продуктами распада твёрдых растворов. По оценке Д. Бардошши (1981), на парагенезис анатаз-рутил в карстовых бокситах приходится 90% случаев, с преобладанием анатаза в 2-5 раз. В латеритных бокситах эта ассоциация по частоте встречаемости составляет 60-70%. Бокситы с преобладанием рутила весьма редки.

Минералы титана в большинстве случаев являются остаточными (акцессорными). Анатаз может быть и новообразованным, за счёт разложения некоторых силикатных минералов исходных пород. Такой анатаз, как правило, равномерно распределён в основной массе боксита; размер зёрен его – 0,1-1,0 мкм, в редких случаях – до 10 мкм.

В геологической литературе много ссылок на гидроксид $Ti(OH)_4$. Фактически же такое соединение в природе отсутствует. Титан, как 4-х-валентный металл, не может прочно удерживать гидроксогруппы. Состав его гидроксида переменный – это суть гидрогели двуокиси титана, т.е. $TiO_2 \cdot nH_2O$. По другим данным наиболее вероятная формула осадков, полученных на холоду, отвечает $TiO(OH)_2 \cdot xH_2O$ (Коровин и др., 1999). Ни на кривых дегидратации свежевыпавших осадков, ни на кривых изобарического обезвоживания изломов нет – вода теряется непрерывно. В осадках, после непродолжительной выдержки, по данным ретгеновского анализа, присутствует анатаз

(реже рутил, под вопросом — брукит). Т-ра формирования структуры кристаллического анатаза при 250-350°С, которую приводят С.С. Коровин и др., очевидно, сильно завышена. Образование латеритов идёт при 30-60°С, следовательно, и кристаллизация TiO_2 в форме анатаза обязана этим температурам с учётом продолжительного времени старения.

Ещё в 1935 году Л. Пассарини (по Горощенко, 1970), изучая образцы гидроокиси титана методом инфракрасной спектроскопии (получены осаждением из кислого раствора солей титана карбонатом калия), установил, что вода связана с TiO_2 лишь адсорбционными силами, подобными капиллярным. Позже этот вывод подтвердили и другие авторы. Мнения исследователей в определении модификации двуокиси, возникающей после выдержки гидроокиси или прокаливания (до 300°С), расходятся. Причина в том, что структура TiO_2 зависит от условий получения. Протоинформация о ней закладывается уже в кислотном растворе и зависит от соотношения многоядерных гидроксо- и оксокомплексов (Долматов, Шейкман, 1970).

Большая часть авторов называет анатаз основным минералом из растворов. К. Сименс и Дж. Хедвал пишут, что даже рентгеноаморфный гидроксид титана по данным магнитной восприимчивости отвечает этому минералу. Методами термо- и рентгенографии установлено, что потеря воды заканчивается при 160°С. При 350° анализы указывают на яснокристаллический анатаз, а при 810° — на рутил. По другим данным, анатаз переходит в рутил до 610° очень медленно, а при р-ре 730° — довольно быстро.

По мнению Ю.Д. Долматова и Г.Л. Рогачевской (1973), о продуктах гидролиза растворов Ti^{4+} можно говорить как о гидроксооксосоединениях с основными структурными элементами Ti-O-Ti и поверхностными конечными группами TiOH. В аморфных продуктах последние могут выполнять также роль мостиков (оловая связь), при старении переходя в группы Ti-O-Ti. Количество гидроксильных групп является функцией удельной поверхности образцов, изменяющейся по мере кристаллизации и укрупнения частиц. С.С. Коровин и др. (1999) отвергают существование «титанила» - TiO^{2+}. По их мнению, имеет место реакция: $/Ti(OH)_2(H_2O)_4/^{2+} \rightleftharpoons /TiO(H_2O)_4/^{2+} + H_2O$; равновесие её сдвинуто влево. Группировка Ti = O отсутствует как в растворах, так и в подавляющем большинстве твёрдых веществ. «Одновременно протекающие процессы гидролиза, оляции и оксоляции, - пишут эти авторы, - сопровождаются медленным уменьшением pH растворов солей титана и маточных растворов при старении гелей гидроксид-оксид титана. Повышение т-ры, увеличение концентрации растворов благоприятствует образованию оловых соединений и превращению их в оксосоединения». Цепочечные полимеры,

как производные гидролитической полимеризации, достигая размеров коллоидных частиц, начинают осаждаться в виде гидроксид-оксида. В этом последнем уже существует определённая степень упорядоченности в направлении структуры анатаза. Применительно к геологии более привлекательной остаётся старая позиция: формирование анатаза за счёт старения геля $TiO_2 \cdot xH_2O$. Задолго до полного разрушения алюмосиликатов (при латеритном выветривании), титан из их кристаллической решётки обособится в виде геля, а затем, после старения, - в виде оксида. Никакого перехода в раствор и, тем более, длительного переноса гипотетический ион Ti^{4+}, как и реальные ионы в процессе образования бокситов не испытывают.

З.Я. Берестнева и др. (1950), Е.А. Леонтьев и др. (1958) показали, что гидроокись титана на пути к анатазу проходит следующие морфологические превращения. Из истинного кислотного раствора выпадают частицы гидрозоля в виде шариков меньше микрона, которые с течением времени собираются в цепочки, гроздья и агрегаты, формируя гидрогель. Структура аморфного геля микропористая, а кристаллического – крупнопористая (в адсорбционном отношении), со средними размерами частиц в 60 и 80Å соответственно. Когда интермицеллярной жидкостью является вода, большие силы поверхностного натяжения резко сокращают размеры имеющихся пор и максимально сближают частицы. Увеличение времени старения титаногеля в маточном растворе приводит к формированию мелкопористого скелета с плотной упаковкой частиц. На рентгенограмме чётко фиксируются линии анатаза. В целом, поверхность гидроокиси титана в 10-20 раз превышает поверхность кристаллической двуокиси, образующейся при нагревании первой.

В вопросе о характере ионов титана в водных растворах нет единой точки зрения. Указываются: $TiO(OH)^+$, $Ti(OH)_3^+$, TiO^{2+}, $Ti(OH)_2^{2+}$. В области pH больше 3,5 ионных форм титана нет. По данным А. Либерти и др. (по Горощенко), при pH 1,0 на ионы $Ti(OH)_3^+$ и $Ti(OH)_2^{2+}$ приходится соответственно 90 и 10%. С.С. Коровин и др. – наши современные авторы – предполагают, что в очень разбавленных растворах (~ 10^{-4} моль/л) с концентрацией H_2SO_4 ~ 0,5 моль/л существуют следующие мономерные ионы: $Ti(OH)_2^{2+}$, $Ti(OH)_3^+$, $Ti(OH)_2HSO_4^+$, $Ti(OH)HSO_4^{2+}$, $Ti(HSO_4)^{3+}$ и др. С повышением концентрации серной кислоты возможны нейтральные и анионные комплексы: $Ti(SO_4)O$, $Ti(OH)_3HSO_4$, $Ti(SO_4)_2O^{2-}$, $Ti(SO_4)_3^{2-}$. В кислой среде гидроксид-ион проявляет анионообменные свойства, в щелочной – катионообменные (аквагруппы способны протонизироваться). Ионообменные свойства гидроксида усиливаются, если он содержит анионы SO_4^{2-} и PO_4^{3-}. Являясь сильными комплексообразователями, они могут замещать как концевые, так и мостиковые OH-группы. С гидроксид-оксидом также прочно связывается ион F^-.

Приведу также резюме С.С. Коровина и др. о гидроксид-оксиде титана: «Соединения с водой оксидов Ti, Zr, Hf, которые непосредственно с ней не взаимодействуют, а получаются косвенными методами, содержат OH-группы, оксогруппы, координированные и адсорбированные молекулы воды. Современные данные позволяют относить их к своеобразным гидроксидам $Ti(OH)_n(O)_{(2-0,5n)} \cdot xH_2O$».

Химическая миграция титана в поверхностных условиях земной коры невозможна. Только латеритное выветривание способно привести к той комбинации аутигенных и терригенных минералов Al, Fe, Ti, Zr, P и ряда редких, которая наблюдается в бокситах. По титану, а также цирконию, как наиболее инертным в зоне гипергенеза, можно вычислять проценты накопления (или убыли) других элементов по сравнению с их содержанием в материнских породах или в земной коре.

Разные содержания титана и неравномерное распределение его в материнских породах находят своё отражение и в бокситах. В справочном пособии по классификации и номенклатуре магматических горных пород (1981) приводятся такие данные: TiO_2(%) в габбро 0,2-4,0; в оливиновом габбро 0,25-1,0; в базальте и долерите < 3,0; в диорите 0,3-2,4; в андезите 0,2-2,0 и т.д. При низких содержаниях титана в бокситах нельзя поспешно утверждать, что элемент вынесен в процессе латеритного выветривания. Во всякого рода геохимических пересчётах лучше пользоваться средними данными по элементам, которые имеются в справочниках. Сказанное относится к горным породам. В бокситах же - своя конкретика по каждому месторождению. Некоторые авторы на примерах единичных анализов необоснованно прибегают к широким обобщениям.

Следует помнить и о локальных перемещениях алюминия, тем более, железа. О титановом модуле (Ti/Al) можно судить лишь на основании большого числа цифр для того или иного месторождения с учётом всех типов руд и их распространённости. Ещё в 1936 году Б.Б. Полынов и Л. Тумилович правильно заключили, что «процессы образования вадозных соединений титана не связаны с его миграцией в той или иной форме и могут, по-видимому, протекать на том же месте, где находились его первичные исходные минералы». Соединения титана, подчёркивали эти авторы, достаточно устойчивы и накапливаются в остаточных продуктах выветривания. Если в исходных породах не будет рутила, то его не будет и в бокситах. Известно, что изменение ильменита с образованием по нему магнетита и рутила происходит при высоких т-рах в результате «автометаморфических» и регионально-метаморфических процессов (Рамдор, 1962). Такой изменённый ильменит «консервирует» до определённого времени возникшие по нему минералы и распадается на составные компоненты с дальнейшим изменением их лишь

в специфических условиях зоны гипергенеза. Рутил, таким образом, ошибочно представляется аутигенным образованием. Изменение ильменита при выветривании, по моему мнению, не соответствует той схеме, которую приводят отдельные исследователи: ильменит → слабо изменённый ильменит → рутилизированный ильменит → вторичный рутил (желтовато-белый, серый) → вторичный анатаз. Подобная схема является, скорее всего, собирательной, т.е. включает изменения ильменита и магнетита+рутила, возникших по ильмениту в высокотемпературную стадию. В преобразованном виде она может выглядеть так: ильменит → анатаз, ильменит → магнетит+рутил → рутил. Разное количественное соотношение двух таких ильменитов приведёт, в конечном счёте, к большой вариативности содержаний рутила и анатаза. Сколько титана входит в состав кристаллических решёток породообразующих минералов, точно не известно. По этой причине нет возможности дать количественную оценку анатаза, возникающего за счёт такого скрытого титана.

При метаморфизме, согласно П.Я. Ярошу (1955), «превращение ильменита в магнетит и рутил, а также в гематит и рутил, происходит после того, как в ильмените выделился гематит». Итак, вначале переход закисного железа в окисное, кристаллизация гематита, а затем перестройка остова ильменита в рутил. В зоне гипергенеза первопреемником титана при изменении ильменита выступает не рутил, а анатаз. Некоторые авторы описывают рутил как новообразование среди лейкоксеновой массы, что вряд ли правильно. Нельзя исключать появление анатаза и при всякого рода пневматолитово-гидротермальных изменениях ильменита, когда т-ра, как главный фактор, не будет способствовать кристаллизации рутила. Таким образом, лейкоксен по ильмениту (в равной мере и по другим минералам титана), состоящий из рутила и анатаза, заключает в себе информацию о разных факторах выветривания: разных по набору агентов, т-ре, продолжительности и т.д. Отнесение рутила и анатаза к равновероятным образованиям зоны гипергенеза не базируется, по моему мнению, на точно установленных фактах. Для перехода рутила в анатаз, как и обратного, условия зоны гипергенеза являются термодинамически неподходящими.

Наследие мотивов структуры возможно. Как показали Д.П. Сердюченко и Л.В. Добротворская (1949), аутигенные минералы титана в песчано-глинистых отложениях девона на Южном Урале представляли собой регенерационные формы роста на соответствующих обломках. Введение «затравки» для кристаллизации тех или иных минералов широко применяется на практике.

Многие авторы связывают подвижность титана с его трёхвалентным ионом, который предположительно образуется в сильно восстановительных условиях из четырёхвалентного. Существование ионов

Ti^{3+} и Ti^{4+} в растворах не доказано. Больше того, низшие оксиды (Ti_2O_3 и TiO) образуются из диоксида восстановлением (лучше всего металлическим титаном) при высоких т-рах (1000 и 1500°С), но уже при 350-800° окисляются до диоксида.

Выше указано, что из природных хемогенных растворов невозможно представить образование вещественного состава бокситов с комбинацией минералов алюминия, железа, титана и других элементов. И если бы К.К. Зеленов вдумчиво обратился только к этой стороне, он, скорее всего, не стал бы развивать свои представления применительно к бокситам. Деликатно поступают те специалисты, которые работают в своей области знаний и не залезают в «чужие огороды». К большому сожалению, в России много «пирожников», которые «тачают сапоги», кто без знаний выдвигается на партийной основе в руководители, как медведи на воеводство.

Вернусь к влиянию агрессивных вод на вмещающие породы в областях современного вулканизма. Сравнение состава андезитов до проработки их ультракислыми растворами и после, когда андезиты превратились в опалиты, показывает, что весь титан остался на месте (район вулкана Эбеко, остров Парамушир, Северные Курилы), тогда как алюминий в значительной мере вынесен. Отсутствие титана в осадках на пути движения термальных растворов от мест их высачивания до впадения в море связано не с химической дифференциацией элементов, а с тем, что титана вообще не было в указанных растворах. Хемогенный глинозём, выносимый термальными водами, не может рассматриваться как протовещество геосинклинальных бокситов. Попытка же К.К. Зеленова обосновать сорбцию глинозёмом титана, находящегося в морской воде, несостоятельна из-за низких содержаний титана - < 0,001 мг/л. А.П. Виноградов пишет (1967), что при выветривании горных пород титан, цирконий, ниобий и некоторые другие элементы практически не переходят в раствор. Они находятся в кристаллических решётках минералов, которые в виде взвесей или коллоидов сносятся в океан. В воде океана среднее содержание титана по 20 пробам, в которых он был обнаружен, равно 0,00014 мг/л Ti. В твёрдой фазе взвесей Ti находится в виде окисей, титанатов или титано-силикатов, не растворимых в воде. «Как бы ни варьировать предполагаемую концентрацию исходного раствора Al_2O_3, содержание титана в морской воде столь низко, что это неизбежно после должного смешения понизит конечную концентрацию Al_2O_3 до уровня (0,07 мг/л. — В.Л.), исключающего бокситорудный процесс. Так обстоит дело в современный геологический момент и так обстояло оно во всём послеальгонском отрезке истории Земли, когда морская вода стала щелочной» (Страхов, 1964). Каким образом при таком хемогенно-сорбционном процессе сформируется минеральный состав бокситов, К.К. Зеленов не

уточняет, да и вряд ли он задавался подобным вопросом. Замечу ещё, что разные содержания Ti в глубоководных железо-марганцевых конкрециях, которые приводят Дж. Меро (1969) и другие авторы, обязаны обломкам вулканогенных пород, а не его сорбции из воды морей или океанов.

Л.П. Никитина (1969) показала, что вынос титана из андезитовых лав и пеплов всё же происходит. Действие оказывают высокотемпературные фумарольные газы, насыщенные галоидами – HCl и особенно HF. На вулкане Безымянном отмечено полное перерождение глыб андезитовой лавы с потерей около 60% титана. Фумарольные газы, нагретые до 450°C, содержали около 500 мг/л фтора (в их искусственных конденсатах), к тому же, длительное время воздействовали на указанную породу. Из базальтов на вулкане Ключевском был вынесен весь титан – т-ра газов достигала 300°C. Они содержали до 2% HF, 27% HCl и 7% SO_2 (Набоко, 1959). По данным Т. Лавринга (их приводит Л.П. Никитина), из риолитовых пемз, непосредственно примыкающих к устью фумаролы вулкана Катмай (полуостров Аляска), вынесено в газовой фазе до 60% титана, а в зонах конденсации, удалённых от устья фумаролы – до 40%. Т-ра газов была около 400°C. В их составе те же компоненты, что и на вулкане Безымянном. В искусственном конденсате газов последнего (купол Новый, андезиты, 1966 год) было установлено (в мг/л) 0,16 титана, 2411 хлора и 3500 фтора. Только такие газы – с высокой т-рой и высоким содержанием фтористого водорода – способны выносить титан. Что же касается газов, состоящих преимущественно из паров воды, CO_2, летучих соединений серы и хлористого водорода, то их воздействие на соединения титана (в первую очередь окисные) ничтожно. Возможно, что титан выносится в форме тетрафторида. Образуется этот галогенид при взаимодействии фтора с диоксидом титана, или по обменной реакции между $TiCl_4$ и HF. TiF_4 растворяется в воде, а дальше через моногидрат оксофторида $TiOF_2 \cdot H_2O$ и гидролиза переходит в гидроксид-оксид титана. $TiCl_4$ по сравнению с TiF_4 гидролизируется быстрее. С.С. Коровин и др. указывают, что взаимодействие паров $TiCl_4$ с парами H_2O при т-ре ниже 300°C приводит к отщеплению молекулы HCl, образованию гидроксогруппы и, в итоге, формированию $Ti(OH)Cl_3$. Благодаря дипольному моменту гидроксохлорид координирует новую молекулу $H_2O - Ti(OH)Cl_3 + H_2O \rightarrow Ti(OH)_2Cl_2 + HCl$. Гидроксохлориды с общей формулой $Ti(OH)_mCl_{4-m} \cdot xH_2O$ превращаются, вероятно, в оксохлориды, а последние, опять-таки через гидролиз – в гидроксиды и, наконец, - в TiO_2. Из приведённого следует, что даже в условиях вулканических эксгаляций миграция титана затруднена в связи с быстрым образованием устойчивого диоксида.

Химический состав фумарольных газов непостоянен и зависит от многих причин – содержания в магме, т-ры выделения и т.д. В

этой связи трудно оценить объём выносимых элементов. По сводке Д. Уайта и Г. Уоринга (1963), в составе газов преобладает водяной пар — около 90%. Обычно воздуха больше, чем активных газов. Из последних на первом месте — CO_2, особенно при низких т-рах. В значительно меньших количествах встречаются CO и H_2, а также соединения серы, с преобладанием SO_2 и H_2S. Содержание HCl непостоянно — чаще его мало или нет совсем, хотя некоторые фумаролы с т-рой до 400°С богаты им. Ещё меньше фтористого водорода. Этот газ определён в немногих фумаролах и составляет обычно меньше 10% от HCl. Но даже HCl и HF в смеси с водяным паром не могут выносить титан при т-ре ниже 300° в силу реакций гидролиза. Изменение пирокластического материала (пеплы, пемза, шлаки, бомбы), как и материала излившихся пород, в направлении бокситов идёт в процессе латеритного выветривания, а не за счёт хемогенного выноса компонентов под влиянием ультракислых вод, благодаря участию в их формировании вулканических газов. Дж. Пэйн и К. Мау ещё в 1946 году экспериментально подтвердили устойчивость титана, воздействуя на базальты кратера Килауэа (остров Гавайи) газами различного состава при т-ре кипения воды.

Из всего многообразия термальных вод вулканических областей только сульфатные (с $pH < 5,5$) и сульфатно-хлоридные (с $pH < 3,5$) в своём ионно-солевом составе содержат алюминий наряду с кремнием и многими другими элементами. Примеры образования глинозёмных минералов под влиянием сернокислых растворов достаточно подробно описаны в литературе. Но и в этом случае, если взять бокситы Подмосковья (тульский тип, по Г.И. Бушинскому), происходило скорее всего растворение более раннего гиббсита, а не хемогенное извлечение алюминия из силикатных минералов материнских пород.

К.К. Зеленов справедливо указывает, что различным по генезису термам отвечают и свои осадки. Коллоидная сера и железисто-сульфатные образования свойственны сероводородно-углекислым термам, железисто-мышьяковистые и карбонатные (травертины) — углекислым, кремнистые (гейзериты) — азотно-углекислым, сульфаты кальция и опал — азотным. Перенос хлоридов металлов перегретым магматическим паром (600° и выше) возможен. Щелочные и щелочноземельные металлы в кислой среде вместе с кремнезёмом составляют основу минеральных компонентов термальных вулканических вод. Взаимодействуют высоконагретые газонасыщенные воды и с вмещающими породами. Среди компонентов, которые извлекаются в этом случае, также мало Ti, Al и других пассивных мигрантов. По мере движения из глубины к поверхности термальные воды существенно меняют свой состав. Как показал В.В. Аверьев (1961) на примере Паужетского месторождения, хлоридно-натриевые слабо-

кислые воды после «вскипания» теряют свои газы и переходят в слабощелочные. Отделившиеся газы, в основном CO_2 и H_2S, конденсируются и последовательно образуют гидрокарбонатные воды, гидрокарбонатно-аммонийные и сульфатные. Ни слабокислые, ни слабощелочные воды не могут обеспечить извлечение и перенос 3-х и 4-х-валентных металлов из силикатных пород. В статичных резервуарах кратерных озёр при активном поступлении вулканических газов формируются ультракислые сульфатно-хлоридные воды с pH $\ll 1{,}0$. Они растворяют породы стенок кратера. «Жизнь» таких озёр непродолжительна. И даже теоретически их нельзя рассматривать в генетической связи с рудными месторождениями. Обращение К.К. Зеленова к ультракислым водам вулканических областей и его попытка увязать их с массовым переносом глинозёма, вплоть до формирования бокситовых месторождений в местах нейтрализации и разгрузки, грешат явным преувеличением.

В составе вод ультракислых источников долины р. Юрьева, вулкан Эбеко (андезито-базальты и их пирокластика, о. Парамушир), определено в составе семи проб (pH в пределах 1,1-1,8) достаточно много Al^{3+} и Fe^{2+}, но полностью отсутствует Ti^{4+}. Картина повторяется и на примере термальных источников других вулканов. Очень мало Al_2O_3 и TiO_2 в железистых осадках месторождения «Лимонитовый Каскад» (о. Итуруп, вулкан Богдан Хмельницкий). Там, где анализируется взвесь лимонита, содержание TiO_2 - в пределах 0,3-0,5%. В тех пробах, где TiO_2 больше 0,1%, можно уверенно говорить о терригенных минералах титана, а не сорбционной садке его из растворов. Цифра 0,1% называется мною условно, как аналитически достоверная.

К.К. Зеленов приводит анализ свежих пород – андезита и базальта – из района Паужетского месторождения термальных вод (полуостров Камчатка). Эти породы – наиболее благоприятны теоретически для преобразования их в бокситы. Пересчитаем анализы на 50% Al_2O_3. В боксите по андезиту будет (%): 1,57 TiO_2 и 17,20 общего Fe_2O_3; то же по базальту; 2,60 и 27,95. Из этих цифр титановый модуль ($TiO_2 \cdot 10^2 / Al_2O_3$) следующий: 3,14 и 5,18. По данным Б.Н. Пискунова (1975), средний химический состав вулканических пород Большой Курильской гряды (о-ва Уруп и Симушир) отвечает андезитам: Al_2O_3 в них (%) 17,36; $Fe_2O_3^{o.}$ 8,28 и TiO_2 0,55. Если эти анализы пересчитать так же, как указано выше, состав бокситов окажется следующим (%): TiO_2 1,58; Al_2O_3 50,0; Fe_2O_3 23,85; титановый модуль 3,16. В основной массе (она занимает 71 об.%) позднеплиоценовых базальтоидных пород упомянутых островов довольно много магнетита: от 1,3 до 8,4 об.%, в среднем по 10 анализам 3,9 об.%. Из рудообразующих нельзя рассматривать ультраосновные породы – в них мало глинозёма и кислые – в них много кремнезёма, в том

числе, в форме кварца. К этим общеизвестным фактам приходится возвращаться потому, что в литературе имеют место утверждения о любых породах, пригодных для продуцирования бокситов. Согласно авторам таких утверждений, кварц при выветривании растворяется и кремний в числе первых оставляет горную породу. Подобную версию нет смысла детализировать — она противоречит всем наблюдаемым фактам. Ещё раз подчеркну, что при образовании бокситов алюминий, железо и титан, по сравнению с материнской породой, накапливаются параллельно. В этом может легко убедиться любой, кто захочет посмотреть конкретные цифры по месторождениям.

Подводя итог изменению пород термальных областей (влияют вулканический пар, углекислый и сернистый газы, а также ювенильные щёлочи), К.К. Зеленов признаёт отсутствие «сколько-нибудь ощутимого выноса растворённых компонентов». В конечном счёте формируются устойчивые глинистые минералы, «состав которых зависит от физико-химических условий среды и наличия соответствующих активных ионов». Под глинистыми минералами понимаются образования, в которых Al и Si находятся в общей кристаллической решётке.

Интересны наблюдения в вулканических областях, где хорошо проявлены собственно гидротермальные изменения пород под воздействием ультракислых растворов «глубинного формирования». В районе вулкана Эбеко поле изменённых пород представлено, в основном, опаловыми и опалово-алунитовыми породами (по туфам и андезитам). В виде постоянной примеси в них присутствуют рутил и лейкоксен. К.К. Зеленов фактически признаёт, что титановые минералы устойчивы даже в агрессивных средах вулканических областей, хотя от первичных пород остаётся лишь скелет после выноса из них многих породообразующих элементов. Часть алюминия выносится, а другая сохраняется в новообразованном алуните.

Во всех случаях наблюдений К.К. Зеленову не удаётся обосновать с хемогенных позиций союз титана и алюминия и, тем самым, хотя бы на шаг приблизиться к генезису геосинклинальных бокситов.

Выше упоминались андезит и базальт как свежие породы в районе вулкана Эбеко. Содержание Al_2O_3 в них около 20%, а в дацитах - на 5% меньше. В опалитах с алунитом Al_2O_3 в пределах 12,36-17,98% (три анализа). В своём расчёте выноса алюминия при гидротермальном изменении пород К.К. Зеленов оставляет на алунит лишь 4% Al_2O_3, т.е. явно искажает картину. Пересчёт на алунит всего глинозёма показывает, что этого минерала в породах 30-50%, а не 10%, как принимает упомянутый автор. Скорее всего большая часть Al_2O_3, если не всё количество, остаётся и в преобразованных породах. Для исключения спекулятивных заявлений о привносе-выносе элементов при изменении пород необходимо учитывать их разнообразие в том

или ином районе, процентное соотношение и обладать большим количеством анализов высокого качества. Последнее замечание, в значительной мере, относится к редким элементам. Отдельные лаборатории допускают большие ошибки в анализах, отчего литература наполняется случайными цифрами. На примере работ Е.С. Гуткина это показано нами в отношении скандия (Лавренчук и др., 2004). Нет доверия к анализам и по другим редким элементам, которые имеются в многочисленных статьях этого уральского автора.

При гидротермальном изменении вулканитов, пишет К.К. Зеленов, «можно уверенно говорить о потере не менее 40% первоначально находившегося в вулканитах TiO_2». Эта цифра совершенно необоснована, как и многие другие цифры его. Обратимся к фактическому материалу. В 2-х пробах вод агломератового потока вулкана Безымянный (Товарова, 1958) титана нет; в 3-х пробах водных вытяжек из пеплов и рыхлого материала указанного потока (там же) титана нет; в 4-х пробах вод, промывающих пирокластические отложения аналогичных потоков вулкана Мерапи (Центральная Ява, Индонезия) титана нет; в 4-х пробах холодных вод источников района Унгары, высаживающих железисто-кремневый гель (вулкан Мерапи), титана нет; в составе указанного геля (6 проб) TiO_2 от 0,14 до 0,79%, Al_2O_3 от 0,01 до 17,03%; скорее всего, это терригенная взвесь из отложений агломератового потока с добавлением железистого геля. По В.А. Апродову (1982), Мерапи «весьма активен, выбрасывает палящие тучи, изливает горячие грязевые потоки – лахары». В долине р. Прого, в 20 км от вулкана, имеется поле лахарных отложений, которые образуют холмы до 90 м высоты.

Любопытно объяснение К.К. Зеленова: «по химическим свойствам титан должен был бы прекращать миграцию при pH 1-2; окисное железо – при pH 5,5; марганец – при pH 8 и т.п. Однако, в рассматриваемом случае из вод с pH 7,3 одинаково интенсивно высаживаются и титан (которого уже не должно быть в растворе), и марганец (который должен ещё находиться в растворённом состоянии)». Автор предполагает, что «кремнезём, железо, титан, марганец, магний и фосфор – наиболее активно сорбируются поверхностью силикатных частиц пепла». Нет никакой загадки в этом «парадоксе»: в основе – обычные силикатные частицы пепла с осадившимися на них гидроокислами железа. При большой доле фантазии и лахары можно «объявить» хемогенными образованиями.

Продолжим рассмотрение фактического материала К.К. Зеленова. Из 5-и анализов вод кратерных озёр присутствие Ti^{4+} в количестве 23,4 мг/л (Al^{3+} 4913,1 мг/л) обнаружено только в озере на андезитах вулкана Кава Иджен (восточная оконечность Явы). Вода озера представляет самое крупное в мире природное скопление серной и соляной кислот. pH воды в нём 0,02; содержание Cl^- 20561,4 мг/л и

SO_4^{2-} 60223,0 мг/л. В других озёрах с pH 1,30-2,63 титана нет, очень мало в них и Al^{3+}. В какой форме Ti^{4+} находится в крепких сернокислых растворах – сказать трудно. Больше того, присутствует ли он в нейтральных или анионных комплексах (см. выше), или в коллоидных частицах гидроксида (тончайшая взвесь, которая может быть не отфильтрована) – не ясно. Известно (Коровин и др., 1999), что при разбавлении водой или нагревании растворов в течение нескольких минут до 80° быстро растёт содержание коллоидных частиц, а «нагревание даже сильнокислых растворов (до 40% H_2SO_4) приводит к практически полному выделению гидроксид-оксида титана при т-ре кипения». Хотя добавление сульфатов щелочных металлов к растворам сульфатов титана задерживает гидролиз, но конечный результат – тот же – выделение в водных растворах $TiO_2 \cdot nH_2O$ с дальнейшей потерей воды и превращением в диоксид.

В 7-и пробах ультракислых вод с pH 1,12-1,80 источников долины р. Юрьева (вулкан Эбеко) – титана нет. В смешанных термах источников вулкана Менделеева в южной части острова Кунашир (два анализа, pH около 1,6) титана нет; в 2-х азотно-углекислых термах (pH 7,2-8,5) - также нет. В 2-х кремниевых осадках термальных вод вулкана Менделеева TiO_2 2,95 и 1,93%; Al_2O_3 4,12 и 2,53%; SiO_2 87,02 и 91,06% соответственно. И в этом случае не вызывает сомнений терригенный характер осадков. H_2O^+ в них 2,10 и 1,16%. В термальных водах глубинного формирования (группа источников Чиатер, Центральная Ява) титана нет (5 анализов, pH 2,25-2,80), несмотря на высокое содержание в них фтора (до 13 мг/л). В осадках этих источников TiO_2 довольно много. Но и здесь несомненно сочетание терригенного и хемогенного материала: в железо-фосфате 0,41% TiO_2 и 1,28% Al_2O_3; в ярозите 0,32-0,48 TiO_2 и 0,70-0,95 Al_2O_3 (два анализа); в лимонит-гематите (4-е анализа) соответственно 0,32-0,81 и 1,0-2,54%. Титановый модуль, в принятом мною отношении $TiO_2 \cdot 10^2/Al_2O_3$, здесь самый высокий (по 7-и анализам): 32,0; 45,7; 50,5; 32,0; 29,1; 43,7; 36,5. Если принять версию о хемогенном титане, то он окажется в ряду самых активных мигрантов. Напомню, что в бокситах указанное отношение на порядок меньше и практически соответствует таковому в материнских породах. Нет титана и в термальных водах поверхностного формирования (о-ва Парамушир и Кунашир – Курильская островная дуга): 10 анализов с pH 2,0-2,3.

Выше говорилось о железистых осадках месторождения «Лимонитовый Каскад». В составе сернокислых вод, формирующих это месторождение, титана нет (5 анализов, pH в пределах 2,2-2,5). Там же, подчеркну ещё раз, где в осадках есть TiO_2 (0,3-0,5%), он несомненно принадлежит терригенному материалу без примеси глинозёмных минералов.

К.К. Зеленов приводит данные Ш. Ивао (1960) о привносе-выносе элементов в процессе гидротермального изменения пород в районе кремнисто-алунитового месторождения на полуострове Изу – Центральная Япония. Все цифры о составе первичных пород (пропилитизированные андезиты и изменённые «зелёные» дациты), кремнистых, алунитовых и глинистых, а также о процентном соотношении трёх последних – условны. Тем не менее, утверждается, что «из первично-вулканогенных пород андезитового состава поля Угусу оказалось вынесено почти 90 млн. т Al_2O_3, 135 млн. т $FeO+Fe_2O_3$ и более 5 млн. т TiO_2. Привнесёнными оказались K_2O (12,8 млн. т), SiO_2 (14 млн. т) и вода (50 млн. т)». Нельзя принимать на веру случайные цифры и делать из них «научные» выводы. Иначе получается: «И твоя правда, и моя правда, и везде правда, а нигде её нет» (пословица из книги С. Максимова). По Ш. Ивао, на андезиты приходится 66,67% и на дациты – 33,33%. Вычислено мною по среднему для этих пород. А как определялось среднее для глинистых пород – совершенно не ясно. Обратимся к цифрам: содержание SiO_2 (%) в одной монтмориллонитовой породе равно 52,54; в другой – 69,86; в серицит-монтмориллонитовой – 60,36, и в каолинитовой – больше всего – 74,96. Просуммируем эти цифры и разделим на 4 (равное соотношение): среднее 64,43 (у Ивао – 64,88); проделаем это же для TiO_2 (%) – 0,57 (0,56); то же для Al_2O_3 (%) – 17,13 (16,88), т.е. наметилось расхождение; для Fe_2O_3 (%) оно более значимо: 1,43 (2,03); для MgO – 0,95 (0,71); для CaO 0,17 (1,27), для K_2O 1,06 (1,06) и т.д. Вызывает удивление, что в каолинитовой породе меньше всего глинозёма, а монтмориллонитовые породы существенно разнятся между собой практически по всем компонентам. Как можно такие неоднозначные цифры принимать за основу подсчётов? Понятно желание Ш. Ивао разобраться с геологией в своей стране, а вот желание К.К. Зеленова обосновать любыми путями хемогенную миграцию титана и в целом компонентов бокситов – остаётся загадкой.

Если даже допустить, что гидроксид-оксиды алюминия, железа, титана, находящиеся в растворе и во взвеси ручьёв и рек, достигнут моря или океана, они всё равно не смогут образовать рудного осадка, так как будут рассеяны в огромном количестве воды.

По особенностям выноса Al и Fe в морские бассейны из района Курильских островов К.К. Зеленов выделяет два основных типа водотоков, связанных с термальными водами. Одни из них выносят взвешенные гидроокислы; другие – растворённые железо и алюминий. Примером водотока 1-го типа с pH 3,5-4,0 при т-ре 20-90°С является р. Жёлтая (о. Кетой, вулкан Палласа). По подсчётам автора, она выносит ежесуточно в Охотское море около 4 т лимонитовой взвеси (2,7 т Fe); в растворе выносится также 0,1 т Fe и 0,2 т Al. К этому же типу принадлежит р. Лесная (о. Кунашир, вулкан Менделеева),

впадающая в Тихий океан. В пресную воду реки вливаются ручьи горячих термальных источников с pH около 1,0. Именно они содержат растворённые алюминий и железо. После смешения вод pH повышается до 4,0-4,5 и на всём дальнейшем пути до устья отмечается садка лимонита. Алюминий же, по К.К. Зеленову, продолжает оставаться в растворе и выделяется во взвесь лишь в океане. Река Лесная, по его подсчётам (устье ручья Кислого, pH 2,7; дебит около 300 л/сек, содержание Al 17 мл и Fe 7 мг/л), ежесуточно выносит в океан около 0,5 т растворённого алюминия; понятно, что одновременно в потоке ещё в большем количестве присутствуют кремнезём и взвешенные алюмосиликатные частицы, о которых не говорится. Ниже эта мысль не скрывается в части железа: около 0,2 т поступает его, причём целиком, «в виде механической взвеси и непосредственно в зоне прибоя смешивается с большим количеством разнообразного терригенного материала». Водотоков 1-го типа довольно много на вулканах Курильской гряды – с фумарольных полей стекают воды с pH 1-3, во взвеси которых Fe и Al, в том числе, в коллоидальной форме, возможно, и в ионной. Последняя в части Al маловероятна в силу быстрой его гидролизуемости при повышении pH. Тем не менее, К.К. Зеленов считает, что в водотоках 2-го типа Fe и Al находятся только в ионных формах, т.е. они по сути – истинные растворы. 1-ая группа их – ультракислые термальные потоки с pH 1-2; они выносят в сутки десятки тонн Fe и Al. 2-ая группа – это ручьи и реки с менее кислыми водами (pH 4-5), несут растворённый алюминий, а лимонитовая взвесь «тем или иным способом отфильтровывается, не доходя до устья».

В качестве примера ультракислого водотока 2-го типа называется р. Юрьева (о. Парамушир). Эту реку питают многочисленные притоки (холодные и горячие) с pH 1,2-1,4; дебит её в приустьевой части – 1,8 $м^3$/сек, pH 1,72. Вынос Fe равен 35 т/сутки, а Al – 65 т (рассчитано по содержаниям 205 и 435 мг/л). При впадении в Охотское море выделяется взвесь гидроксидов. Другим примером является р. Грязная на о. Итуруп (кратер Мачеха). Она несёт свои воды в Тихий океан с дебитом около 0,3 $м^3$/сек и pH 2,7. В устье р. Грязной определено 268 мг/л Al и 366 мг/л Fe. Преобладание последнего К.К. Зеленов объясняет тем, что воды реки перед впадением в океан проходят через древнюю толщу лимонитизированных туфопесчаников. «По подсчётам, проведённым для одного лишь поверхностного стока, воды р. Грязной ежесуточно выносят в Тихий океан около 10 т железа и 7 т алюминия».

Горный поток Водопадный (о. Кетой) выносит, по К.К. Зеленову, главным образом, растворённый алюминий. Он берёт начало в кальдере вулкана Палласа и впадает в Охотское море. Горячие источники с pH < 1, формирующиеся на фумарольном поле, имеют

малый суммарный дебит – около 1 л/сек. Они интенсивно извлекают в раствор Fe и Al из рыхлой пирокластики. Постепенно смешиваются с атмосферными водами и теряют свою агрессивность до pH 4,0; железо в итоге выделяется в виде лимонитовой взвеси, не доходя до моря, а алюминий в растворе достигает его. В низвергающемся водопаде определено 18 мг/л Al (pH 5,0), «что при дебите 2 $м^3$/сек составляет около 3 т в сутки. Железа в этой же воде всего 0,7 мг/л (0,1 т в сутки)».

В море кислые термальные потоки быстро нейтрализуются углекислыми солями. Fe и Al из растворов переходят во взвесь. Это гипотетически, хотя К.К. Зеленов считает, что «формируется коллоидальный раствор гидроокиси алюминия с последующей коагуляцией и образованием взвешенных хлопьев». Всё гладко у этого автора, нет только ни одного анализа такого осадка, который хоть немного походил бы по составу на бокситовый материал. Вспоминается притча о хвастуне, который якобы сделал в Родосе колоссальный прыжок и в доказательство ссылался на свидетелей. Ему ответили: «Друг, если это правда, тебе не нужны свидетели: здесь тебе Родос, здесь и прыгай». Hic Rhodus, hic salta. Для любителей гипотез это выражение должно быть знаковым: вначале соберите убедительный фактический материал, а потом сочиняйте статьи и книги.

Термальные воды несут в растворах массу катионов и анионов, в том числе – кремнекислоту в форме H_4SiO_4, или коллоида с общей формулой $nSiO_2 \cdot mH_2O$. Совершенно нет оснований для утверждения, что в море окажутся хлопья гидроксида алюминия. По Гольдбергу (1963), в морской воде содержится в 300 раз больше кремния, чем алюминия – 3,0 мг/л и 0,01 мг/л; титана в ней на порядок меньше, чем алюминия – 0,001 мг/л. Цифры для алюминия и титана, вероятно, сильно завышены, о чём упоминалось выше. Не стоит забывать, что ручьи и реки с вулканических областей несут в море огромное количество терригенного материала – обломков пород, породообразующих и глинистых минералов. К числу новообразований с Al и Fe относятся гидробиотит, глауконит, шамозит, филлипсит, палагонит и др. Для пелагических осадков характерны красные глины. По содержанию основных компонентов они весьма близки к среднему химическому составу глинистых пород (%): SiO_2 58,1; Al_2O_3 15,4; Fe_2O_3 6,7 и TiO_2 0,65 (Кларк, 1924). Объясняется это тем, что красные глины состоят в основном из гидратированных алюмосиликатов (около 85%), как конечных продуктов выветривания изверженных горных пород. Возможно, в них есть 2-3% сорбционного оксида железа. На известково-кремнистые организмы приходится около 10% и на терригенные минералы (породообразующие, а также магнетит, циркон, турмалин и др.) – около 5-6%. Приведённый материал свидетельствует в пользу того, что в морских осадках

практически не фиксируются гидроксиды алюминия. Их редкое попадание можно связать лишь с размывом прибрежных бокситовых месторождений, а не с хемогенным осаждением алюминия. Подобная операция исключается даже для кремнезёма; в морской воде он находится в форме резко ненасыщенного раствора и его извлечение в осадок возможно лишь биогенным путём. Этот вывод, пишет Н.М. Страхов (1966), полностью согласуется с нахождением кремнезёма в форме раковин диатомей, радиолярий, спикул губок. К началу кембрия, а может быть, и рифея, SiO_2 в морской воде было меньше 100 (120) мг/л, которые необходимы для её насыщения. В современных речных водах SiO_2 — на уровне 10-20 мг/л, а в морских — 0,5-3 мг/л. На участках моря, удалённых от вноса SiO_2 гидротермами (или эксгаляциями), садка этого компонента во все послерифейские периоды, заключает Н.М. Страхов, должна была идти таким же биогенным путём, что и сейчас. Наличие в палеогеновых кремнистых породах и биогенного и аморфного опала объясняется тем, что часть последнего в диагенезе растворялась и затем вновь осела уже в чисто минеральной форме. Такого рода трансформация отдельных составляющих в осадочных породах и рудах при диагенезе — обычное явление. Там, где зоны дивергенции водных масс совпадают с областями вулканизма, происходит массовое образование кремнистых осадков. Там же, где совпадения нет, отложения SiO_2 удаляются от вулканов в направлении течения. При громадном превосходстве кремния над алюминием в растворах никакое образование минералов свободного глинозёма не может идти. Это должны помнить все сторонники А.Д. Архангельского. По А.Н. Богоявленскому (1966), среднее содержание Si для вод трёх главных океанов земного шара равно 2,38 мг/л или 5,1 SiO_2 мг/л.

В качестве доказательства нейтрализации термальных вод морской водой с формированием золя гидроксида алюминия К.К. Зеленов приводит «эксперимент с бочкой». Через неделю из воды в бочке выпал якобы осадок с содержанием 55% $Al(OH)_3$, 4,3% $Fe(OH)_3$ и 1,2% SiO_2. «К сожалению, недостаточное количество осадка не дало возможности сделать полный анализ». Но ведь можно было повторить опыт и не демонстрировать дебаеграммы глинозёмистой взвеси, совершенно позорные по качеству. В доказательствах К.К. Зеленова «много запахов» с Родоса.

Зона прозрачной воды ярко-зелёного цвета представляет, по К.К. Зеленову, область нейтрализации термальных вод с отработкой «щелочного резерва» и формированием геля гидроокиси алюминия. В бочке, как говорилось выше, сразу был обнаружен тригидроксид - $Al(OH)_3$. Обратимся к анализам. Они показывают следующее: в 2-х пробах воды, взятых в устье р. Юрьева, содержится в среднем 440 г/л Al^{3+} (pH 1,67), тогда как в 10 м от устья (в воде Охотского моря) —

в 8,3 раза меньше (52,75 мг/л, pH 2,4), а в 200 м – в 15,7 раза меньше (28 мг/л, pH 4,76), в 500 м – следы (pH 6.47). До 3 мг/л в двухстах метрах падает содержание Fe^{3+} (в устье его 214 мг/л). Ни в одной из проб не обнаружен титан. В воде устья реки было 149 г/л растворённого SiO_2; в 10 м его уже нет. Понятно, что кремнезём не исчез, а перешёл в коллоидную взвесь и, несомненно, отфильтровался при анализах. И вот из такого раствора с мизерным содержанием Al^{3+} и Fe^{3+}, по-существу, в волно-прибойной зоне с обилием терригенного материала «ожидается» образование боксита.

При pH выше 5-6 возникает, по К.К. Зеленову, «зона устойчивой жёлтой мути», и на большом протяжении шлейфа «осуществляется существенная по масштабам коагуляции золя гидроокиси алюминия». Но ведь в шлейфе взвеси (зона коагуляции) в 500 м от устья в воде моря практически нет Al и Fe. Откуда же берутся «густые «облака» хлопьев аморфной взвеси с высоким содержанием глинозёма (60-80%) и почти полным отсутствием кремнезёма». В гиббсите – 65,4% Al_2O_3, в диаспоре (бёмите) – 85%. Получается, что взвесь, как минимум, представлена моногидроксидами алюминия. Больше того, на основании пересчёта (на бессолевой состав), содержание Al_2O_3 во взвеси р. Юрьевой достигает, по К.К. Зеленову, 89%(!). Ещё немного и можно «дотянуть» до промышленного глинозёма!

«Судя по повышенному содержанию Al в пробах воды шлейфа, часть гидроокиси алюминия продолжает оставаться в тонкодисперсном коллоидном растворе» (а разве существуют грубодисперсные коллоидные растворы? – В.Л.). 0,2-0,4 мг/л Al в пробах взвеси – и это называется повышенным содержанием? Так, шаг за шагом, К.К. Зеленов «углубляет» вопросы морской геохимии алюминия и его спутников. Кому нужны такие фантазии на уровне академика(!) Т.Д. Лысенко с его псевдонаучным «мичуринским учением». «В результате монополизма Лысенко и его сторонников (т.н. лысенковщина), - говорится в НЭС (2004), - были разгромлены научные школы в генетике, ошельмованы честные учёные, деградировало биологическое и с.-х. образование, затормозилось развитие биологии и сельского хозяйства». Такой урон понесла бы и геология в случае принятия решений о поисках бокситов в районах развития вулканических извержений. К счастью, это не случилось, благодаря критическому выступлению академика Н.М. Страхова, других учёных, а также геологов-практиков. На память приходит пословица о синице, которая хотела море зажечь: «много нашумела, да не было из шума дела».

«В условиях современного гидродинамического режима Охотского моря, - пишет К.К. Зеленов, - выделившаяся взвесь гидрата окиси алюминия рассеивается по всему бассейну». Нет примеров того,

что в прошлые геологические эпохи картина была иной и путём смешения морской воды и термальных вод с наземных вулканов могли формироваться какие-либо месторождения.

Изучение кремнисто-глинозёмистого ила в литоральной зоне у устья р. Юрьевой показывает, что соотношение компонентов отвечает алюмосиликатному терригенному материалу. По К.К. Зеленову, высокое содержание титана (0,23-0,69% TiO_2 по 4-м пробам) обязано сорбции. SiO_2 в этих пробах 21,53-43,19%; Al_2O_3 18,09-25,49; Fe_2O_3 1,54-12,07 и FeO 2,72-7,57. Анализировался типичный глинистый материал без признаков свободного глинозёма. Не разобравшись в сути, уважаемый вулканолог спешит заявить, что «появление титана и других микрокомпонентов совместно со свободным глинозёмом литорального ила имеет большое генетическое значение...; происходит сорбция элементов-примесей непосредственно в морском бассейне». Такие домыслы рассеяны по всей книге автора, очевидно, доктора г.-м. наук, сотрудника ведущего института страны.

К.К. Зеленов, как и многие другие авторы, допускает ошибку в части химии титана в зоне гипергенеза. Утверждается, что соли Ti^{4+} можно извлекать из природных вод методом соосаждения с гидроокисью алюминия. Титан, якобы, переходит в осадок «независимо от того, содержится он в растворе в коллоидном состоянии или даже в микроорганизмах... Непременным и обязательным условием соосаждения титана и гидроокиси алюминия является нейтральная или близкая к нейтральной среда раствора, так как водородные ионы препятствуют сорбции многих элементов, в том числе титана». Учёные мира (А.П. Виноградов и др.) ещё не могут точно сказать, есть ли в водных растворах Ti^{4+}, а К.К. Зеленов уже спешит разместить его по составляющим. Среда с pH, близкой к нейтральной, реализуется в латеритном процессе, но никакой сорбции титана на гидроксидах алюминия не происходит. Причина этого состоит в том, что большая часть титана в горных породах представлена собственными минералами (TiO_2 в 3-х модификациях, ильменит, в меньшей мере титанит). А тот титан, который в небольших количествах находится в структурной решётке некоторых минералов, задолго до полного их выветривания обособится в виде анатаза. Для перевода минералов титана в раствор необходимы сильно кислые условия ($pH < 1,0$), которые исключительно редко создаются в природных условиях. Ссылка на воды кратерного озера Кава Иджен и вытекающей из него р. Банджипати (Индонезия) как раз это и подтверждает; одновременно выясняется, почему в водах других термальных источников нет титана. Обратимся к анализам – кратерное озеро: 0,02-23,42 (первая цифра – pH, вторая - Ti^{4+}, мг/л); источник в кратере: 1,67-4,88; истоки реки: 1,0-35,14; верхнее течение реки (в 3-х км от кратера): 1,0-26,84; у с. Блаван (в 12-и км): 2,01-1,68.

Благоприятные условия для соосаждения титана и алюминия на Курильском побережье, пишет К.К. Зеленов, создаются, вероятно, «только во внешней кромке шельфа, в зоне голубой опалесцирующей воды с pH ~ 7, где коагулируют последние порции коллоидного раствора гидроокиси алюминия». Каждый волен развивать любые фантазии, но зачем же переносить их в научную литературу? Задолго до нейтральной среды в водах термальных источников исчезнет растворённый алюминий, а титан – и подавно (да и вообще можно ли серьёзно говорить о его заметном присутствии в природных растворах; скорее всего анализируется тонкая взвесь, в которой находятся минералы титана или алюмосиликатные с этим элементом в решётках).

В бокситы поступает столько титана, сколько его в материнских породах с учётом коэффициента обогащения – около 2,5. Если за основу взять цифры 0,4-0,8%, то в бокситах будет (или следует ожидать) около 1-2% Ti. Никакие сорбционные процессы не обеспечат такое содержание из нормальной морской воды (Ti в ней $< 1 \cdot 10^{-7}$%) или даже из воды термальных источников ($2{,}6 \cdot 10^{-6}$% на примере р. Юрьева, в зоне смешения с водами Охотского моря).

В местах просачивания ультракислых вод на внешней стенке кратера вулкана Кава-Иджен наблюдалась в сухое время интенсивная садка сернокислых солей, главным образом, - $Al_2(SO_4)_3 \cdot nH_2O$. Солей титана в таком осадке нет. Это может говорить за то, что он в виде коллоида $TiO_2 \cdot nH_2O$ выпал раньше, а не продолжал свою миграцию в сернокислом растворе. Способность титана оставаться в растворе несравненно меньше, чем у алюминия.

В анализах литоральной взвеси, о чём говорилось выше, а также взвеси р. Банипутих (за счёт слияния вод кислого ручья Банджипати и пресных вод ручья Сат – pH около 6,0) преобладает терригенный глинистый материал. В последнем случае – с добавкой сернокислого алюминия. По существу, это признаёт и сам К.К. Зеленов, когда пишет, что кремнезём (14-21%) входит, вероятно, в алюмосиликаты. В 2-х пробах SiO_2 на уровне 14%, TiO_2 0,15%, Al_2O_3 35,7% и SO_3 4,8%. С повышением кремнезёма в 1,5 раза возрастает содержание TiO_2 в 2 раза и снижается SO_3 до 2,2%. «Во взвеси, - по автору, - может присутствовать какое-то количество терригенного титана, так что истинное количество коагулировавшего из раствора титана, вероятно, несколько меньше». Признать, что весь титан входит в терригенные минералы, не хватает мужества. Всё вокруг да около: «некоторая часть титана не улавливается взвесью и продолжает миграцию (в виде тонкого коллоида или растворимого комплексного соединения), несмотря на существенную нейтрализацию исходного раствора». Именно на участке, «когда pH вод поднялся выше 7, основная масса растворённого титана соосаждается вместе с алюминием».

Неужели в ГИНе АН СССР не нашлось специалистов, которые уняли бы вольную фантазию К.К. Зеленова? Очевидно, не всё благополучно с подготовкой сотрудников этого института по химии, если вспомнить, что они корпоративно на протяжении 30 лет отстаивали хемогенную гипотезу образования бокситов А.Д. Архангельского. К.К. Зеленов пытается реанимировать эту гипотезу: «взвесь, формирующаяся в 12-30 км от вулкана, в результате нейтрализации кислых вулканических вод, содержащих растворённые алюминий и титан, по своим физико-химическим свойствам и «титановому модулю» представляет собой бокситоподобное вещество, причём, по мере движения взвеси в водной среде «титановый модуль» заметно возрастает». Это так же «справедливо», как утверждение, что Т.Д. Лысенко поднял на небывалую высоту социалистическую генетику(!).

К областям с активной вулканической деятельностью приурочены многочисленные месторождения серы и осадочных лимонитов (болотных руд). Последние разрабатываются в Японии. Кислые термальные источники переносят и осаждают железо, но не алюминий и титан (пример — Индонезия, Восточная Суматра, рудное поле Вэй-Вэй). Как ни манипулирует анализами К.К. Зеленов, ему не удаётся доказать, что Al, Fe и Ti, столь характерные для бокситов, могут длительное время переноситься в кислых растворах и совместно накапливаться при понижении pH от < 1 до 7. Каждый из элементов обладает своей химической спецификой. Их общность в бокситах обязана процессам выветривания горных пород. Они протекают с образованием гидроксидов и оксидов с добавлением акцессорных минералов. Такой полиминеральный комплекс устойчив в слабокислых и слабощелочных средах, которые преобладают в поверхностных условиях земной коры.

У берегов Курильских островов и Японии, пишет К.К. Зеленов, сейчас нет условий, благоприятных для накопления взвеси гидратов окислов железа и алюминия. Иная обстановка, продолжает он, существует в южной части Тихого океана. Здесь, «в зоне максимального выноса алюминия из вулканических областей, располагаются острова с заливами-атоллами, отгороженными от действия волн коралловыми рифами». На таких островах почвы, залегающие повсюду на коралловых известняках, характеризуются очень низким отношением кремнезёма к глинозёму: на западных островах Самоа от 0,12 до 0,54; на Соломоновых — 0,33; на о. Ниуэ — меньше 0,04 (по литературным данным). Большинство исследователей считает, что они образовались в процессе поверхностного выветривания вулканических пород. Понятно, что К.К. Зеленов не согласен с этим и спешит увязать краснозёмный материал с накоплением взвеси, «которая образовалась в результате выделения гидроокислов алюминия и железа из морских вод, вынесенных туда в растворе термальными

водами». Из шести анализов почвы на острове Ниуэ (к северо-востоку от Новой Зеландии), мощностью 30 см, приводится один. Содержание компонентов следующее (%): SiO_2 0,32; TiO_2 1,50; Al_2O_3 38,58; Fe_2O_3 28,54; P_2O_5 2,02; Cr_2O_3 0,22; CaO 1,67; MgO 0,55; П.п.п. 26,64. Это – типичный латеритный продукт. При полном анализе выяснилось бы, что в нём есть и скандий, и цирконий, и ниобий, и другие редкие элементы. Но и так ясно, что приведённые компоненты не ложатся в одну хемогенную строчку.

В результате нейтрализации кислых термальных вод по ходу потока или в бассейнах стока формируется, по К.К. Зеленову, хемогенная взвесь гидроокислов рудообразующих компонентов (очевидно, тонкие частицы, выпавшие из растворов. – В.Л.), которая при обильном осаждении может привести к рудным скоплениям. Во всей монографии нет ни одного вразумительного примера формирования таким образом бокситов, как и тех определённых благоприятных условий, которые сводят воедино алюминий, железо, титан и сопутствующие редкие. Утверждение о том, что коагулирующая взвесь (взвешенные частицы осаждаются, а не коагулируют. – В.Л.) гидроокислов железа и алюминия, особенно в условиях нейтральной или слабощелочной среды бассейна стока, активно сорбирует из растворов титан и многие другие элементы, грешит сильным преувеличением. Это геохимическое кредо К.К. Зеленова выдаёт его как человека, который никогда не занимался минералогией осадочных образований и лишь бегло знаком с геологией бокситовых месторождений. Нельзя уподобляться людям, которые прочитав лишь сатиры Антиоха Кантемира, считают себя знатоками русской поэзии.

Кроме сорбционных процессов в растворах в качестве сорбентов предполагается мелкодроблёная силикатная пирокластика наземного вулканизма, действующая на большое количество элементов в коллоидной форме (Fe, Mn, Ti и др.), «поступающих из земных недр в газовой фазе». Такой эксплозивный материал может переноситься воздушными потоками на значительные расстояния. После осаждения он способен к отдаче рудных сорбатов в водную среду или концентрации их «в определённых благоприятных условиях». Оставим эту гипотезу на дальнейшее рассмотрение К.К. Зеленовым и его сторонниками с указанием примеров и масштабов подобного концентрирования. Пирокластические породы, в силу своей рыхлости, легко выветриваются, в том числе – с образованием латеритных кор. Но это уже не вулканогенный, а гипергенный процесс концентрирования рудных элементов. Для его протекания необходимы тёплый климат со сменой влажных и сухих сезонов, а также подходящие геоморфологические условия. Вода, диссоциирующая на ионы H^+ и OH^-, является основным агентом выветривания.

Рассматривая подводный вулканизм, К.К. Зеленов ничего не говорит о поведении титана. Замечу лишь, что указание на галоиды этого элемента в составе летучих компонентов, к какому бы типу не относилось извержение, - пока только предположение; присутствие мизерных количеств фторидов или хлоридов в газовой составляющей вулканов возможно. Ошибки в утверждениях о миграции титана объясняются тем, что многие авторы исходят из общих химических свойств элемента, а не его минералов в горных породах, в подавляющем большинстве, устойчивых в агрессивных средах. Весьма коротким является путь титана в составе породообразующих минералов в условиях выветривания. Ti^{4+} быстро переходит в гидроксид и далее в оксид. При нейтрализации растворов солей титана щёлочью уже при pH 1,4 образуется гидроксид — температура комнатная, а при 100°C — при pH 0,47. Выше я упоминал, что по современным данным (Коровин и др., 1999), в состав гидроксидов d-элементов IVб подгруппы (титан, цирконий, гафний) входят OH-группы, оксогруппы, координированные и адсорбированные молекулы воды — $Ti(OH)_n(O)_{(2-0,5n)} \cdot xH_2O$. Далее идёт быстрое старение с образованием $TiO(OH)_2 \cdot H_2O$ и, наконец, TiO_2. На рентгенограммах чаще всего фиксируются линии анатаза.

Стремление К.К. Зеленова внести свой вклад в изучение осадочного рудообразования похвально. Но его попытка обосновать хемогенный генезис бокситов с вулканогенной точки зрения — явная неудача.

Заключение

События последнего времени (1990-2005 годы) показывают, что движителем в России являются не ум и знания, а личные связи и денежный кошелёк. После того как власть захватили двуликие Янусы, бывшие «мерзавцы»-коммунисты (выражение В.И. Ленина), жизнь в России пошла по криминально-капиталистическому пути. Вначале у народа отобрали Родину, затем украли сбережения, добытые честным трудом, сделали пенсионные выплаты в 10 раз меньше, чем при Советской власти (по уровню цен), зато в 100 раз увеличили квартирную плату. Награбив миллиарды, олигархи спокойно уезжают за границу. Диву даёшься, сколько мерзавцев-перевёртышей выдвинула так называемая «перестройка» в политических науках. Неизвестны случаи отказа таких людей от дипломов, полученных в советское время. Яркий пример — академик А.Н. Яковлев, бывший идеолог коммунизма, член Политбюро ЦК КПСС, в одночасье ставший идеологом капитализма, по народному выражению — предателем. Правильно ставится вопрос: как может называться академиком аморальный человек, известный своей антисоветской злобностью, если он всё время умышленно и нагло врёт? «Соглашательство с ложью несовместимо с наукой... И дело не только в том, что учёному люди пока верят. Главное, что внутри самой науки лжец опасен, от него исходит трупный яд, отравляющий всё вокруг» (С.Г. Кара-Мурза, газета «Правда», № 37, 2004 г.).

В средние века в Испании и Португалии применялась гаррота — орудие пытки в виде обруча, стягиваемого винтом. Смерть наступала путём удушения. Власти любой страны должны понимать, что «политическая или экономическая гаррота» неприемлема для народа. Узурпация власти в современной России партией «медведей» вызывает лишь отвращение. Чем больше идёт ограбление народа, тем больше услужливых «смехопанорамщиков» кривляются на экранах телевизоров. Такова «демократия» в современной России, когда миллиардеров и нищих объявляют социальными партнёрами.

Даже такой, «без лести преданный» человек, как генерал-лейтенант А.В. Коржаков, бывший начальник Службы безопасности президента Б.Н. Ельцина, обращаясь к нему, пишет (1997): «Надоели все эти мистификации и про ваше здоровье, и про интенсивный труд во имя Отечества. Раньше мы с вами думали, что обманываем людей ради продолжения реформ... А нынче ясно, разговоры о реформах ради демократии — это обман, враньё»; они нужны лишь вашей семье, «да горстке людей, приватизировавших власть». А.В. Коржаков называет А. Чубайса врагом России. «Все знают, что именно этот человек несёт главную ответственность за то, что в руках иностранцев теперь находятся российские заводы и фабрики, что были распроданы за бесценок российские недра и сырьё, были подписаны невыгодные контракты на кабальных условиях, что страна оказалась полностью зависимой от Международного Валютного фонда». А. Чубайс не остановится до тех пор, пока власть не перейдёт к тому, «кого выберут для России транснациональные корпорации». К сожалению, разорители России, приближённые Б. Ельцина, не исчезли, а по-прежнему у власти и считают доллары «коробками из-под ксерокса».

Я чуть-чуть отвлёкся, чтобы высказать наболевшее. Как говорится в древней летописи: «Бог не в силе, а в правде». Мне известно также выражение: «Без правды жить легче, да помирать тяжело».

После развала Советского Союза практические и научные работы по геологии резко пошли на убыль. Наша специальность оказалась невостребованной и дали нам пенсии ниже прожиточного минимума. Пора подводить итоги и собираться «в дальнюю дорогу». Государство к этому торопит. Наше довоенное поколение уходит с мечтой, которую ещё в 1864 году, т.е. 140 лет назад, выразил Н.А. Некрасов: русский народ вынесет всё и проложит ясную дорогу к счастливой жизни! Остаётся надеяться: без царей, без крестных наследников, без думских приспособленцев.

Свою задачу считаю выполненной. Латеритная гипотеза выдержала проверку временем, а её сторонники устояли перед напором грубой антинаучной критики. Огромная заслуга в деле защиты этой гипотезы принадлежит С.Ф. Малявкину. Он смело выступил против хемогенной гипотезы академика А.Д. Архангельского, который взял за основу представления зарубежных авторов начального периода знакомства с бокситами. Эта гипотеза долго держалась на принципе авторитарности и ложных положениях о высокой подвижности в поверхностных растворах алюминия, железа, титана и сопутствующих элементов.

Настойчивое желание Г.И. Бушинского защитить представления А.Д. Архангельского, как и попытки А.И. Кривцова и К.К. Зеленова «обновить» их на основе якобы новых данных — ни к чему

не привели. Образование бокситов – сложный геохимический процесс. Протекает он по законам химии элементов, участвующих в нём. Знание этих законов – непременная обязанность всех авторов, которые хотят как можно полнее разобраться в вопросах рудообразования. Подмена конкретных сведений всякого рода домыслами приводит к печальным результатам в любой области.

В.Н. Лавренчук.

ЛИТЕРАТУРА

Архангельский А.Д. О происхождении бокситов и о поисках новых их месторождений. / В сб.: Бокситы. Т.1, ч. 1. — М.-Л.: ОНТИ, 1937, с. 6-10.

Архангельский А.Д. Типы бокситов СССР и их генезис. / В кн.: Тр. конф. по генезису руд железа, марганца и алюминия. — М.-Л.: Изд. АН СССР, 1937, с. 365-512.

Бардошши Д. Карстовые бокситы. — М.: Мир, 1981, 454 с.

Берестнева З.Я., Корецкая Г.А., Каргин В.А. Электронно-микроскопическое исследование TiO_2-золей и механизм образования коллоидных частиц. // Коллоидный журн., 1950, 12, № 5, с. 338-341.

Бобыренко Ю.Я., Долматов Ю.Д., Брагина М.И. О некоторых структурных изменениях гидроокисных соединений титана-4. // ЖПХ, 1970, 43, № 5, с. 1152-1155.

Богоявленский А.Н. Распределение и миграция растворённой кремнекислоты в океанах. / В кн.: Геохимия кремнезёма. — М.: Наука, 1966, с. 11-36.

Бриндли Г.В. Каолиновые, серпентиновые и родственные им минералы. В кн.: Рентгеновские методы изучения и структура глинистых минералов. — М.: Мир, 1965, с. 70-163.

Бушинский Г.И. Литологические работы А.Д. Архангельского. // Изв. АН СССР, серия геол., 1956, № 8, с. 61-69.

Бушинский Г.И. Некоторые разъяснения к критическим замечаниям А.К. Гладковского. // Изв. АН СССР, серия геол., 1957, № 9, с. 95-96.

Бушинский Г.И. Теория А.Д. Архангельского о генезисе бокситов в свете современных данных. / В кн.: Бокситы, их минералогия и генезис. — М.: Изд. АН СССР, 1958, с. 83-92.

Бушинский Г.И. О генетических типах бокситов. Там же, 1958_2, с. 176-263.

Бушинский Г.И. О некоторых вопросах геологии бокситов. / В кн.: Вопросы геологии и геохимии бокситов. — М.: Наука, 1964, с. 5-24.

Бушинский Г.И. Геология бокситов. — М.: Недра, 1975, 416 с.

Виноградов А.П. О причинах высокого содержания титана в бокситах. // Изв. АН СССР, серия геол., 1957, № 4, с. 98-103.

Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. — М.: Изд. АН СССР, 1957, 238 с.

Виноградов А.П. Введение в геохимию океана. — М.: Наука, 1967, 216 с.

Гладковский А.К. Критические замечания на статью Г.И. Бушинского. // Изв. АН СССР, серия геол., 1957, № 8, с. 96-98.

Гладковский А.К., Гуткин Е.С. Об образовании уральских девонских бокситов. // Геол. рудных месторожд., 1960, № 5, с. 107-112.

Гладковский А.К., Дегтярёв Д.Д., Шурыгина М.В. К вопросу о происхождении девонских бокситов на Урале. // Науч. докл. высшей школы. Серия геол.-геогр. наук, 1958, № 3, с. 134-138.

Гладковский А.К., Руднова М.Я. Строение и состав зоны выветривания месторождений бокситов Южноуральского бассейна. / Тр. ин-та геол. УФАН СССР, вы. 64, 1964, с. 41-57.

7 - 1079

Гладковский А.К., Шарова А.К. Бокситы Урала. — М.: Госгеолиздат, 1951, 246 с.

Горощенко Я.Г. Химия титана. — Киев: Наук. думка, 1970, 415 с.

Гуткин Е.С. Геология и геохимия девонских бокситов Северного Урала. — М.: Недра, 1978, 238 с.

Долматов Ю.Д., Рогачевская Г.Л. Определение химически связанных ОН-групп в гидратированной двуокиси титана. // ЖПХ, 1973, 46, № 5, с. 964-967.

Долматов Ю.Д., Шейкман А.И. Исследование структуры гидроокисей титана-4 в зависимости от условий их получения. // ЖПХ, 1970, 43, № 2, с. 249-252.

Зеленов К.К. Вулканы как источники рудообразующих компонентов осадочных толщ. — М.: Наука, 1972, 216 с.

Касимов А.К. Гидраты двуокиси титана. // Изв. АН КазССР, серия хим., 1956, № 10, с. 10-21.

Классификация и номенклатура магматических горных пород. Справочное пособие. Колл. авторов. — М.: Недра, 1981, 160 с.

Коровин С.С., Дробот Д.В., Фёдоров П.И. Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология. Кн. 2. — М.: МИСИС, 1999, 464 с.

Краткий справочник по геохимии. — М.: Недра, 1977, 184 с.

Кривцов А.И. Мезозойские и кайнозойские бокситы СССР. Их генезис и промышленное значение. Ч.1. — Л.: Недра, 1968, 368 с.

Куковский Е.Г. Принципы механизма выветривания. / В сб.: Минералогия осадоч. образований. Вып. 3. — Киев: Наук. думка, 1976, с. 14-21.

Лавренчук В.Н., Стряпков А.В., Коковин Е.Н. Скандий в бокситах и глинах. — Каменск-Уральский, 2004, 290 с.

Левандо Е.П. и др. Исследование растворимости метапикрита и хлорит-амфиболового сланца в природных органических кислотах в связи с изучением условий бокситообразования. / В сб.: Кора выветривания, вып. 7. — М.: Наука, 1966, с. 89-110.

Малявкин С.Ф. Боксит. / Курс нерудных ископаемых. Ч. 1. Месторождения минерального сырья. — М.-Л.: ОНТИ, 1934, с. 512-585.

Малявкин С.Ф. К вопросу о генезисе месторождений бокситов СССР. / Материалы ЦНИГРИ. Сб. 1, 1936, с. 19-33.

Малявкин С.Ф. К вопросу о генезисе месторождений бокситов в СССР. / В кн.: Тр. конф. по генезису руд железа, марганца и алюминия. — М.-Л.: Изд. АН СССР, 1937, с. 513-534.

Мартыненко Л.И., Спицын В.И. Избранные главы неорганической химии. Вып. 1. — М.: Изд. Моск. ун-та, 1986.

Мелещенко В.С. О находках фауны и флоры в девонских бокситах западного склона Южного Урала. // Бюлл. МОИП, отд. геол., 1947, 22, № 1, с. 67-71.

Меро Дж. Минеральные богатства океана. — М.: Прогресс, 1969, 440 с.

Минералогические таблицы (справочник). Ред. Е.И. Семёнов. — М.: Недра, 1981, 399 с.

Минералы (справочник). Т.2, вып. 3. — М.: Наука, 1967, 675 с.

Молдаванцев Е.П. Бокситы Северного Урала и проблема их изучения. / Тр. ЦНИГРИ, 1934, вып. 24, 56 с.

Набоко С.И. Вулканические эксгаляции и продукты их реакций. / Тр. лабор. вулканол. АН СССР, 1959, вып. 16, 303 с.

Некрасов Б.В. Основы общей химии. Т. 1. — М.: Химия, 1973, 656 с.

Никитина Л.П. Поведение титана при изменении пород фумарольными газами на вулкане Безымянном. // Бюлл. вулканол. ст. Сиб. отд. АН СССР, 1969, № 45, с. 48-52.

Огородников О.Н., Гладковский А.К. Геосинклинальные месторождения бокситов на Урале и их связь с вулканизмом. — М.: Наука, 1975, 96 с.

Полынов Б.Б., Тумилович Л. Титан в коре выветривания. / В кн.: Академику Вернадскому к 50-летию научной и педагогической деятельности. Т.1. — М.: Изд. АН СССР, 1936, с. 121-144.

Рамдор П. Рудные минералы и их срастания. — М.: Изд. ИЛ, 1962, 1132 с.

Родин Л.Е., Базилевич Н.И. Динамика органического вещества и биологический круговорот в основных типах растительности. — М.-Л.: Наука, 1965, 226 с.

Рожкова Е.В., Соловьёв Н.В. Экспериментальное изучение условий образования бобовых железо-алюминиевых руд. / В сб.: Бокситы. Т. 1, ч. 2. — М.-Л.: ОНТИ, 1936, с. 205-216.

Руксби Х.П. Окислы и гидроокислы алюминия и железа. / В кн.: Рентгеновские методы изучения и структура глинистых минералов. — М.: Мир, 1965, с. 405-451.

Сердюченко Д.П., Добротворская Л.В. О некоторых минеральных образованиях в осадочных породах. // Докл. АН СССР, 1949, 69, № 3, с. 421-424.

Синицын В.М. Климат и минералогические формы свободного глинозёма в латеритном боксите. // Вестн. Ленингр. ун-та, 1975, № 6, с. 29-33.

Страхов Н.М. Ещё раз о так называемой вулканогенной гипотезе бокситообразования. // Литол. и полезн. ископ., 1964, № 3, с. 170-172.

Страхов Н.М. О некоторых вопросах геохимии кремнезёма. / В кн.: Геохимия кремнезёма. — М.: Наука, 1966, с. 5-8.

Тананаев И.В., Баусова Н.В. О реакции образования гидроокиси галлия. / В кн.: Химия редких элементов. Вып. 2. — М.: Изд. АН СССР, 1955, с. 12-20.

Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. — Л.: Химия, 1974, 352 с.

Химия и технология редких и рассеянных элементов. Ч.2. Ред. К.А. Большаков. — М.: Высш. школа, 1976, 360 с.

Ярош П.Я. О выделении рутила при метаморфических изменениях ильменита. // Записки ВМО, 1955, 84, № 4, с. 434-442.

Bardossy G., Aleva G. Lateritic bauxites. — Budapest: Akademiai Kiado, 1990, 630 p.

Лавренчук Владимир Николаевич

ПРОБЛЕМЫ ГЕНЕЗИСА БОКСИТОВ (1930 – 2000 годы)

Отпечатано в ГУП СО «Каменск-Уральская типография»,
Свердловская обл., г. Каменск-Уральский, ул. Ленина, 3.
Заказ 1079. Тираж 200.